NEW YORK TIMES BESTSELLER

LAWRANCE M. KRAUSS

HİÇ YOKTAN BİR EVREN

RICHARD DAWKINS'İN ÖNSÖZÜYLE



HİÇ YOKTAN

BİR EVREN

Neden hiçbir şey olmayacağına bir şey var?

Lawrence M. Krauss

Richard Dawkins'in Önsözüyle

Çeviren: Ebru Kılıç



Hiç Yoktan Bir Evren
Lawrence M. Krauss

Özgün Künye
A Universe From Nothing - Why There Is Something Rather than Nothing

Çeviri: Ebru Kılıç
Kapak Tasarımı: Berat Pekmezci
Grafik Tasarım: Aylak Kitap

AYLAK KİTAP

AYLAK KİTAP
Sertifika No: 22806
Albay Faik Sözdener Sk.
Benson İş Merkezi No:21/2
Kadıköy / İstanbul 34710
Tel: 0 216 418 27 02 (pbx) Faks: 0 216 414 34 42
www.aylakkitap.com
aylakkitap@aylakkitap.com

Lawrence M. Krauss

Arizona Üniversitesi'nde Fizik Bölümü profesörü, Dünya ve Uzay Araştırmaları Okulu'nun kurucu profesörü, Kozmoloji İnisiyatifi Eşbaşkanı ve Kökenler (Origins) İnisiyatifi Kurucu Başkanı'dır. Origins, kozmosun kökenlerinden insanın kökenlerine, bilincin ve kültürün kökenlerine dek bütün veçheleriyle kökenlere odaklanan yeni, geniş kapsamlı, disiplinlerarası bir araştırma, öğrenim ve daha da ileriye gitme programı öngörmektedir. Krauss Ağustos 2008'e dek Case Western Reserve Üniversitesi'ndeydi. Kendisi, ilgilendiği araştırma alanları çok geniş olan, temel parçacık fiziği ile kozmolojinin kesiştiği alanları da kapsayan, uluslararası planda tanınmış kuramsal bir fizikçidir; çalışmaları arasında evrenin ilk evreleri, karanlık maddenin niteliği, genel görelilik ve nötrino fiziği de yer alır. Fizik alanında doktora derecesini Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden 1982'de alan Krauss, sonra Harvard Society of Fellows'a katılmıştır. 1985'te Yale Üniversitesi'nde fizik öğretim görevlileri arasına giren Krauss 1993'te Case Western Reserve Üniversitesi'ndeki görevine gelmiştir. 1993 ile 2005 arasında Case'de Fizik Bölümü Başkanlığı da yapmıştır. Ülkenin en üst düzey parçacık astrofiziği programlarından birini kurmak ve Fizik Girişimciliği alanında yeni bir yüksek lisans programı başlatmak da burada gösterdiği başarılar arasındadır.

Krauss ayrıca, bilim ve popüler kültür arasındaki bölünmeyi etkin bir biçimde aşan önde gelen pek az bilim insanından birisidir. Söz gelimi radyo ve televizyon programlarının yanı sıra Cleveland Orkestrası'yla solo bir performans gerçekleştirerek Blossom Müzik Merkezi'nde o zamana kadar gerçekleştirilmiş en yüksek katılımlı konserde Gustav Holst'un The Planets'ini (Gezegenler) anlatmış, Telarc'ın yayınladığı Star Trek müzikleri CD'sine yazdığı bilgilendirici notlarla Grammy ödülüne aday gösterildi. 2005'te Sundance Film Festivali'nde jüri üyesi olarak görev yaptı.

Thomas'a, Patty'e, Nancy'e ve Robin'e

Bana hiçbir şeyden bir şey yaratmam

için ilham kaynağı oldukları için...

1897'de bu mekânda,

Hiçbir şey olmadı.

-Woody Creek Barının duvarındaki levha

Woody Creek, Colorado

ÖNSÖZ

Rüya ya da kabus, deneyimimizi olduğu gibi ve uyanık yaşamak zorundayız. Bilimin en ince ayrıntısına kadar nüfuz ettiği, hem yekpare hem gerçek bir dünyada yaşıyoruz. Şu ya da bu tarafı tutmaya kalkarak onu bir oyuna çeviremeyiz."

–Jacob Bronowski

Her şeyi açık seçik ortaya koymak adına, en başta, bütün dünya dinlerinin temelinde yer aldığı üzere yaratılışın bir yaratıcı gerektirdiği kanısına yakınlık duymadığımı kabul etmem gerek. Soğuk bir kış sabahındaki kar tanelerinden tutun, bir yaz günü akşamüstü bastırıveren yağmur sonrası rengarenk gökkuşağına kadar, her gün güzel ve mucizevi nesneler birdenbire beliriverir. Gelgelelim en koyu köktenciler dışında hiç kimse böyle her nesnenin sevgiyle, ıstırapla, en önemlisi de bir amaç doğrultusunda ilahi bir zeka tarafından yaratıldığını ileri sürmeye kalkmaz. Aslına bakarsanız bilim insanlarının yanı sıra bilim dışından insanlar da kar tanelerinin ve gökkuşaklarının nasıl kendiliğinden belirdiğini yalın, zarif fizik yasalarına dayanarak açıklama becerimize hayret ederler.

Elbette ki birçoklarının sorduğu gibi "Fizik yasaları nereden geliyor?" diye sorulabilir, "Bu yasaları kim yaratmış?" diye daha manidar bir soru da yöneltilebilir. İlk soru yanıtlanabilirse de soruyu yönelten bundan sonra genellikle "İyi de o nereden gelmiş?" ya da "Onu kim yaratmış?" vs. diye soracaktır.

Nihayetinde düşüncelere dalan birçok insan Platon, Aquinaslı Thomas ya da modern Roma Katolik Kilisesi'nin ileri sürebileceği üzere belirgin bir İlk Neden ihtiyacına ve böylece ilahi bir varlığa başvurmaya yönelir: Olan ve olacak her şeyi yaratan bir yaratıcı, ebedi ve her yerde olan biri ya da bir şey.

Yine de bir İlk Neden'in ilan edilmesi "Yaratıcıyı kim yarattı?" sorusunun ucunu açık bırakır. Nihayetinde ebediyen var olan bir yaratıcının varlığını savunmakla yaratıcı olmayan, ebediyen var olan bir evrenin varlığını savunmak arasındaki fark nedir ki?

Bu argümanlar bana her zaman evrenin kökenleriyle ilgili bir konferans veren (bazen Bertrand Russell, bazen de William James olduğu söylenen) bir uzmanın meşhur hikayesini hatırlatır. Dünyanın devasa bir kaplumbağanın sırtında durduğuna, o kaplumbağanın da bir başka kaplumbağanın, onun da bir diğerinin sırtında durduğuna, "taaa aşağıya kadar" bir kaplumbağa silsilesi bulunduğuna inanan bir kadın bu uzmana karşı çıkmıştı. Kendi kendini ortaya çıkaran bir yaratıcı gücün, hatta kaplumbağalardan daha büyük hayali bir gücün sonsuza dek geriye uzanması, evrenin doğmasına yol açan şeye bizi hiç de yaklaştırmıyor. Yine de bu sonsuza doğru geriye uzanma metaforu aslında evreni oluşturan asıl sürece, tek bir yaratıcının açıklayabileceğinden daha yakın olabilir.

Meseleyi, ilerlemenin Tanrı'yla son bulduğunu savunarak tanımlamak sonsuza doğru geriye uzanma meselesinin önüne geçmek gibi görünebilir, ama işte bu noktada şiarımı hatırlıyorum: Evren olduğu gibidir, biz beğensek de beğenmesek de. Bir yaratıcının var olması ya da olmaması bizim arzularımızdan bağımsızdır. Tanrı'nın ya da amacın olmadığı bir dünya acımasız ya da anlamsız görünebilir, ama bu, Tanrı'nın gerçekten var olmasını gerektiren bir neden değildir.

Keza zihinlerimiz sonsuzlukları kolayca kavrayamıyor olabilir (zihinlerimizin bir ürünü olan matematik sonsuzlukları gayet güzel ele alır ya, her neyse) ama bu da bize sonsuzlukların bulunmadığını söylemez. Evrenimiz uzamsal ya da zamansal genişliği bakımından sonsuz olabilir. Ya da bir zamanlar Richard Feynman'ın söylediği üzere fizik yasaları, sonsuz sayıda katmanı olan bir soğana benzetilebilir, yeni ölçekleri araştırdığımızda yeni yasalar işlerlik kazanır. *Bilmiyoruz işte!*

"Neden hiçbir şey olmayacağına bir şey var?" sorusu, yıldızlar, galaksiler, insanlar ve kim bilir daha neleri içeren evrenimizin bir tasarım, niyet ya da amaç olmaksızın doğmuş olabileceği varsayımına karşı 2000 yılı aşkın bir süredir ileri sürülüyor. Bu soru genellikle felsefi ya da dini bir soru çerçevesine yerleştirilse de doğal dünya hakkındaki ilk ve en önemli sorudur, dolayısıyla bu soruyu çözmeye çalışmanın yeri de öncelikle bilimdir.

Bu kitabın yalın bir amacı var. Çeşitli görünümleriyle modern bilimin, neden hiçbir şey olmayacağına bir şeyin var olduğu sorusunu yanıtlayabileceğini ve yanıtladığını göstermek istiyorum. Biz bilim insanlarının (hayret verecek denli güzel deneysel gözlemlerin yanı sıra modern fiziğin temelindeki kuramlardan da) elde ettiği yanıtların hepsi, hiç yoktan bir şey elde etmenin bir problem olmadığını gösteriyor. Hatta, evrenin oluşması için hiç yoktan bir şey çıkması *gerekmiş* olabilir. Bütün işaretler, evrenimizin bu şekilde ortaya çıkmış *olabileceğini* düşündürüyor.

Burada, "olabileceği" sözcüğünü vurguladım, çünkü bu soruya kesin bir çözüm getirecek kadar fazla ampirik bilgiye hiç sahip olamayabiliriz. Fakat Hiç Yoktan Bir Evren olgusunun akla yatkın olması bile kesinlikle önemlidir, en azından benim için.

Biraz daha ilerlemeden önce "hiçlik" mefhumu üzerine birkaç söz söylemek istiyorum, daha sonra üzerinde uzun uzadıya duracağım bir konu bu. Çünkü bu meseleyi forumlarda tartışırken, hiçbir şeyin, bana karşı çıkan filozofları ve teologları, bir bilim insanı olarak benim "hiçlik"in ne olduğunu aslında hiç anlamamış olmam kadar üzmediğini öğrendim. (Burada teologların hiçlik uzmanları olduğunu söylememek için kendimi zor tutuyorum.)

Onlar, "hiçlik"in benim tartıştığım şeylerin hiçbiri olmadığında ısrar ederler. Hiçlik, biraz bulanık ve kötü tanımlanmış bir anlamda "yok-varlık"tır. Bu durum bana, yaratılışçılarla ilk tartışmaya başladığım zamanlarda "zeki tasarım"ın ne olduğunu tanımlama çabalarımı hatırlatıyor. Anlaşılan o ki "zeki tasarım"ın, ne olmadığı dışında açık bir tanımı yoktur. "Zeki tasarım" evrime karşı çıkışları birleştiren bir şemsiyedir yalnızca. Benzer şekilde, filozoflar da "hiçlik"i bugün bilim insanlarının "hiçlik"e getirdiği tanımların hiçbiri olarak tanımlarlar tekrar tekrar.

Ama kanımca burada, teolojinin ve modern felsefenin bir bölümünün entelektüel iflası yatıyor. Çünkü "hiç"in, özellikle de "bir şeyin yokluğu" olarak tanımlanacaksa, en son zerresine kadar "bir şey" kadar fiziksel olduğuna kuşku yoktur. Bu durumda bize bu niceliklerin ikisinin de fiziksel niteliğini kesin olarak anlama işi düşer. Bilim olmaksızın da herhangi bir tanım yalnızca kelimelerden ibarettir.

Bir asır önce, "hiçlik" hiçbir gerçek maddi oluşumun bulunmadığı, bomboş uzaya atıfla tanımlanacak olsaydı bu durum pek tartışma doğurmayabilirdi. Ama geçen yüzyıl elde ettiğimiz sonuçlar bize boş uzayın varsaydığımız bozulmamış hiçlikten aslında epey uzak olduğunu öğretti, sonra da doğanın nasıl işlediğine dair daha fazla bilgi edindik. Bugün dini eleştirmenler bana boş uzaydan hiçlik olarak değil, onu filozofun ya da teoloğun idealleştirilmiş "hiçlik"inden ayırmak için "kuantum boşluğu" olarak bahsedebileceğimi söylüyor.

Peki, öyle olsun. Ama ya sonra "hiçlik"i uzay ve zamanın yokluğu olarak betimlemek istersek? Bu yeterli midir? Ben yine olabileceğini düşünmüştüm... Bir keresinde. Ama, birazdan anlatacağım üzere uzay ve zamanın kendiliğinden belirebileceğini öğrendik, bu yüzden bugün bize bu "hiçlik"in bile aslında konumuz olan "hiçlik" olmadığı söyleniyor. Hiçlikten kaçmanın ilahi kudreti gerektirdiği söyleniyor.

Bu meseleyi tartıştığım çeşitli insanlar, bir şeyi yaratma "potansiyeli" varsa, bu durumun gerçek bir hiçlik hali olmayacağını da ileri sürdüler. Böyle bir potansiyel kazandıran doğa yasalarının olması da bizi "yok-varlık"ın asıl alanından uzaklaştırır kesinlikle. Ama doğa yasalarının belki de kendiliğinden doğduğunu savunacak olsam, ki böyle olabileceğini anlatmaya çalışacağım, bu da yeterince iyi sayılmaz, çünkü yasaların ortaya çıkabileceği sistem ne olursa olsun gerçek hiçlik olamaz.

Ta aşağıya kadar kaplumbağalar mı var? Hiç sanmam. Ama kaplumbağalar cazip, çünkü bilimin, oyun sahasında yaptığı değişiklikler insanları rahatsız ediyor. Elbette ki bilimin (eski, Sokratik devirlerde "doğa felsefesi" denirdi) amaçlarından biri de budur. Rahatlığın olmaması, yeni kavrayışların eşiğinde olduğumuz anlamına gelir. Zorlu "nasıl" sorularından kaçınmak için "Tanrı"ya başvurmak yalnızca entelektüel tembelliktir, orası kesin. Nihayetinde yaratılış için bir potansiyel olmasaydı Tanrı hiçbir şey yaratamazdı. Tanrı doğanın dışında durduğu için, bu yüzden de varoluş "potansiyeli" varoluşun doğduğu hiçliğin bir parçası olmadığı için sonsuza dek potansiyel bir geriye uzanmanın söz konusu olamayacağını ileri sürme girişiminde bulunmak, semantik bir hokus-pokus olurdu.

Buradaki asıl amacım, aslında bilimin, oyun sahasını değiştirdiğini, böylece hiçliğin niteliği hakkındaki bu soyut ve yararsız tartışmaların yerini evrenimizin aslında nasıl başlamış olabileceğini betimlemeye yönelik yararlı, işleyişe dönük çabaların almış olduğunu göstermektir. Bunun şimdimiz ve geleceğimiz açısından olası sonuçlarını da açıklayacağım.

Bu durum çok önemli bir gerçeği yansıtıyor. İş evrenimizin nasıl evrildiğini anlamaya geldiğinde din ve teoloji çoğunlukla konuyla alakasız olmuşlardır. Genellikle, yukarıdaki örnekte olduğu gibi, hiçlikle ilgili sorulara terimin tanımına dair ampirik kanıtlara dayanan bir tanım sunmaksızın odaklanarak suları bulandırmışlardır. Evrenimizin kökenini henüz tam anlamıyla anlayamamış olsak da bu bakımdan işlerin değişeceği beklentisine kapılmak için bir gerekçe yoktur. Dahası, nihayetinde aynı durumun, insanın ahlaki ve manevi değerleri gibi, artık dinin kendi alanı olarak değerlendirdiği alanlara dair kavrayışımız açısından da geçerli olmasını bekliyorum.

Bilim doğayı kavrayışımızın ilerlemesinde etkili olmuştur, çünkü bilimsel ethos üç kilit ilkeye dayanır: (1) Kanıtların peşinden götürdükleri yere git; (2) Bir teorin varsa, doğru olduğunu kanıtlamaya çalışmak kadar yanlış olduğunu da kanıtlamaya istekli olman gerekir; (3) Hakikati nihai olarak belirleyen şey deneydir, insanın *a priori* inançlarının verdiği rahatlık da değildir, kuramsal modellerinde gördüğü güzellik ve zarafet de.

Burada betimleyeceğim deneylerin sonuçları yalnızca güncel değil, aynı zamanda beklenmedik sonuçlardır. Bilimin, evrenimizin evrimini betimlerken dokuduğu kilim insan elinden çıkma açıklayıcı görüntüler ya da hayal ürünü hikayelerden çok daha zengin, çok daha büyüleyicidir. Doğa insanın hayal gücünün üretebileceklerini çok çok geride bırakan sürprizler yapar.

Geçen yirmi yıl içinde kozmoloji, parçacık kuramı ve kütleçekim alanlarında heyecan verici bir dizi gelişme evrene bakışımızı tamamen değiştirmiş, evrenin geleceği kadar kökenleriyle ilgili

anlayışımız açısından da şaşırtıcı ve derin sonuçlar doğurmuştur. Bu yüzden de kelime oyununu hoşgörün, ama "hiçbir şey" hakkında yazmak bu kadar ilginç olmazdı.

Bu kitabın asıl esin kaynağı, mitleri dağıtma ya da inançlara saldırma arzusundan çok benim bilgiyi ve evrenimizin çok şaşırtıcı, çok büyüleyici olduğunun anlaşılmasını kutlama arzum.

Arayışımız bizi genişleyen evrenimizin en uzak köşelerine doğru, Büyük Patlama'nın ilk anlarından uzak geleceğe uzanan baş döndürücü bir yolculuğa çıkaracak, geçen yüzyıl fizik alanında yapılan herhalde en büyük keşfi de içerecek.

Aslında, bu kitabı şimdi yazmamın ardındaki itici güç, evren hakkındaki derinlikli bir keşif. Son otuz yıl boyunca benim de bilimsel araştırmalarımın itici gücü olmuş bir sorudan kaynaklanan bu keşif, evrendeki enerjinin çoğunun boş uzayın tamamına gizemli, bugün açıklanamayan bir biçimde yayıldığını söyleyen şaşırtıcı bir sonuca varmıştı. Bu keşfin modern kozmolojinin oyun sahasını değiştirmiş olduğunu söylemek hiç de abartılı olmaz.

Öncelikle şu var ki bu keşif evrenimizin tam da hiçlikten doğduğu görüşüne dikkat çekici bir biçimde yeni bir destek vermiştir. Ayrıca bizi de hem nihayetinde doğa yasalarının gerçekten temel yasalar olup olmadığı sorusu hem evrenin evrimini yöneten süreçler hakkında bir dizi varsayımı yeniden düşünmeye teşvik etmiştir. Bu varsayımların her biri, neden hiçbir şey olmayacağına bir şeyin var olduğu sorusunu, benim de betimlemeyi umduğum üzere, artık tümüyle basitleştirmiş değilse bile bu sorunun daha az zorlayıcıymış gibi görünmesine yol açmıştır.

Bu kitabın doğuşu doğrudan Ekim 2009'a, Los Angeles'ta aynı başlıkla bir konferans verdiğim tarihe uzanıyor. Beni çok şaşırtan bir şey olmuş, bu konferansın Richard Dawkins Foundation tarafından YouTube'da yayınlanan videosu o tarihten bugüne dek 850.000 kez görüntülenerek neredeyse sansasyonel bir etki yaratmış, videonun çeşitli bölümleri de defalarca kopyalanarak hem ateist hem teist cemaatlerce tartışmalarda kullanılmıştı.

Bu konuya besbelli ki ilgi duyulduğundan, konferansımın ardından internette ve çeşitli iletişim ortamlarında yayınlanan bazı kafa karıştırıcı yorumların üstüne, orada ifade ettiğim fikirleri bu kitapta enine boyuna ele alma çabasına değeceğini düşündüm. Kitapta o zaman sunduğum argümanlara yenilerini ekleme fırsatı da bulabilirdim. Argümanlarım neredeyse tamamen, enerjinin ve uzayın geometrisinin keşfiyle ilgili, son dönemde kozmoloji alanında gerçekleşen, evrenimizin tablosunu değiştiren devrimlere odaklanıyor. Bu kitabın ilk üçte ikisinde de bunları tartışıyorum.

Araya giren dönemde, argümanımı oluşturan fikirler ve onlardan önceki birçok gelişme hakkında çok daha fazla düşündüm, bunları başkalarıyla tartıştım, bu tartışmalar onlarda bulaşıcı bir tür şevk doğurdu; parçacık fiziğinde, özellikle evrenimizin kökeni ve niteliğiyle ilgili gelişmelerin etkisini daha derinlemesine inceledim. Son olarak da argümanlarımın bir kısmını onlara şiddetle karşı çıkanlara açtım, bunu yapmakla da argümanlarımı daha fazla geliştirmemi sağlayan bazı kavrayışlara vardım.

Nihayetinde burada betimlediğim fikirlerimi somutlaştırmaya çalışırken fizik alanında çalışan, en fazla düşünce üreten meslektaşlarımın bazılarıyla yaptığım tartışmalardan muazzam yarar sağladım. Alan Guth ve Frank Wilczek'e benimle kapsamlı tartışmalara girmelerinden, yazışmalarından,

zihnimdeki bazı kafa karışıklıklarını çözmeye ve bazı durumlarda kendi yorumlarımı güçlendirmeme yardımlarından dolayı özellikle teşekkür etmek istiyorum.

Free Press, Simon and Schuster'da Leslie Meredith ve Dominick Anfuso'nun bu konuda bir kitap yayınlanması olasılığına duydukları ilgiden cesaret alarak, tanıdığım en okumuş ve parlak bireylerden biri olmasının yanı sıra konferansımda sunduğum bazı argümanları bilim ve din üzerine ilgi çekici bir dizi tartışmada kullanmış olduğu için dostum Christopher Hitchens'ı aradım. Önsözü yazmaya ondan daha uygun biri aklıma gelmemişti, Christopher da sağlık durumunun bozuk olmasına rağmen cömertçe ve cesurca bunu kabul etti. Bu dostça ve güven verici davranışı için ona ebediyen minnettar olacağım. Bu zenginlikten ötürü mahçubum ama, sonra da belagatli ve parlak fikirlerle dolu dostum, tanınmış bilim insanı ve yazar Richard Dawkins bir sonsöz yazmayı kabul etti, böylece de zar atılmış oldu. Christopher'a, Richard'a, yukarıda adını andığım herkese destekleri, yüreklendirici tavırları, beni bir kez daha bilgisayarımın başına dönüp yazmaya teşvik ettikleri için teşekkürlerimi sunuyorum.

BİRİNCİ BÖLÜM

KOZMİK BİR GİZEM HİKAYESİ:

BAŞLANGIÇ

Herhangi bir yolculuğa eşlik eden İlk Gizem şudur:
Yolcu başlangıç noktasına en başta nasıl ulaşmıştır?

Louıse Bogan, Journey Around My Room

(Odamın Çevresinde Yolculuk)

Karanlık ve fırtınalı bir geceydi.

1916'nın başlarına gelindiğinde Albert Einstein hayatının en büyük eserini henüz tamamlamış, kendisinin Genel Görelilik Kuramı dediği yeni bir kütleçekim kuramını yoğun entellektüel çabaları sonucu geliştirmiş bulunuyordu. Gelgelelim bu kuram salt yeni bir kütleçekim kuramı değildi. Uzay ve zaman hakkında da yeni bir kuramdı. Nesnelerin evrende nasıl hareket ettiğini açıklamakla kalmayıp evrenin kendisinin nasıl evrilmiş olabileceğini de açıklayan ilk bilimsel kuramdı.

Fakat bir pürüz vardı. Einstein kuramını, evrenin bir bütün olarak betimlenmesine uygulamak istediğinde, kuramın içinde yaşadığımız evreni betimliyormuş gibi görünmediği açıklık kazanmıştı.

Bugün, bundan neredeyse 100 yıl sonra, evreni resmetme biçimimizin tek bir insan ömrü içinde ne ölçüde değiştiğini tam anlamıyla takdir edebilmemiz zor. 1917'de bilim camiasına göre evren durağan ve ebediydi; engin, sonsuz, karanlık ve boş uzayla çevrelenmiş tek bir galaksiden, bizim galaksimiz Samanyolu'ndan oluşuyordu. Nihayetinde gözlerinizi geceleyin gökyüzünde gezdirdiğinizde ya da küçük bir teleskopla baktığınızda göreceğiniz şey buydu, o zamanlarda da işlerin başka türlü olmasından şüphelenmek için bir gerekçe yoktu.

Einstein'ın kuramında, ondan önce Newton'ın kütleçekim kuramında olduğu gibi, kütleçekim bütün nesneler arasında etkin olan bir çekim gücünden ibaretti. Bu da, uzayda, ebediyen kendi halinde hareketsiz bırakılmış bir dizi kütle olmasını imkansız kılar. Bu kütlelerin kütleçekimden ileri gelen karşılıklı çekimleri, görünürde durağan olan bir evrene apaçık bir tezat oluşturarak nihayetinde içe doğru çökmelerine yol açacaktır.

Genel Görelilik kuramının o zamanlar geçerli olan evren tablosuyla tutarlıymış gibi görünmemesi, Einstein için düşünebileceğinizden daha büyük bir darbe oldu. Bunun nedenlerini açıklarken, Einstein ile Genel Görelilik hakkında içimi her zaman sıkmış olan bir miti de dağıtayım. Genellikle Einstein'ın bir odaya kapanıp saf düşünceyi ve aklı kullanarak yıllarca tek başına çalıştığı, sonra da gerçeklikten bağımsız bir halde (bugünkü bazı sicim kuramcıları gibi herhalde!) güzelim kuramını ortaya çıkardığı varsayılır. Gelgelelim hiçbir şey hakikatten bu kadar uzak olamaz.

Einstein her zaman, deneyler ve gözlemlerin derinden rehberliğiyle yol almıştı. Zihninde birçok "düşünce deneyi" gerçekleştirir, on yılı aşkın bir süre boyunca kafa patlatırken yeni bir matematik öğrenmiş, bu süreçte birçok yanlış kuramsal yola saptıktan sonra nihayetinde matematiksel olarak gerçekten de güzel bir kuram ortaya çıkarmıştı. Ne var ki Genel Görelilik'le arasındaki aşk ilişkisini kurarken yaşadığı tek önemli an, gözlemle ilgiliydi. Einstein Alman matematikçi David Hilbert'la rekabet halinde, kuramına son şeklini vermeye çalıştığı telaş dolu o son haftalarda, belirsiz bir astrofiziksel sonuç olarak görünebilecek bir şey için, Merkür'ün Güneş etrafındaki yörüngesinde "perihelion"da (Güneş'e en yakın yaklaşma noktasında) hafif bir ilerleme hakkındaki tahminleri hesaplamak amacıyla genel görelilik denklemlerini kullanmıştı.

Astronomlar, Merkür'ün yörüngesinin, Newton'ın tahminlerinden hafifçe uzaklaştığını uzun zamandır belirtiyorlardı. Merkür'ün yörüngesi, kapanan mükemmel bir elips olmak yerine inanılmaz

derecede küçük bir oranda, yüzyılda 43 ark saniye, yani bir derecenin yüzde 1'i kadar ilerliyordu. (Merkür Güneş etrafında bir kez döndükten sonra tam olarak aynı noktaya gelmiyor, eliptik yörüngenin yönelimi Güneş etrafında her turda hafifçe kayıyor, bu kaymalar sarmal benzeri bir örüntü meydana getiriyordu.)

Einstein Genel Görelilik kuramını kullanarak Merkür'ün yörüngesini hesapladığında bu rakam tam doğru çıktı. Einstein'ın biyografisini kaleme alanlardan Abraham Pais'nin betimlediği üzere: "İnanıyorum ki bu keşif, Einstein'ın bilimsel hayatında, belki de bütün hayatında yaşadığı, duygusal bakımdan en güçlü deneyimdi." Einstein sanki "içinde bir şey patlamışcasına" kalp çarpıntıları yaşadığını söylüyordu. Bundan bir ay sonra bir dostuna kuramını "benzersiz güzellikte bir kuram" diye betimlediğinde, kuramının matematiksel biçiminden duyduğu memnuniyet gözle görülebiliyordu.

Ne var ki Genel Görelilik ile gözlem arasındaki belirgin uyuşma fazla uzun sürmedi (her ne kadar Einstein'ın daha sonradan kuramında en büyük hatası olarak anacağı bir değişiklik yapmasına yol açmış olsa da. Ama bu konudan daha sonra daha geniş bahsedeceğiz). Herkes (ABD'deki bazı okulların yönetim kurulları dışında) artık evrenin durağan olmadığını, genişlediğini, bu genişlemenin 13,7 milyar yıl önceki inanılmaz derecede sıcak ve yoğun bir Büyük Patlama'yla başladığını biliyor. Biz de galaksimizin, gözlenebilir evrendeki yaklaşık 400 milyar galaksiden yalnızca biri olduğunu biliyoruz, bu da aynı derecede önemli. Dünya'nın haritasını ilk çıkaranlara benziyoruz, evrenin haritasını en geniş ölçekte çıkarmaya yeni başlamışız. Son yılllarda evren tablomuzda devrimci bazı değişikliklere tanık olunması pek şaşırtıcı değil.

Evrenin durağan olmadığı, aslında genişlediği keşfinin derin felsefi ve dini anlamları vardır, çünkü evrenimizin bir başlangıcı olduğunu düşündürür. Bir başlangıç yaratılış anlamına gelir, yaratılış da hisleri karıştırır. Evrenimizin genişliyor olduğunun 1929'daki keşfinin ardından bir Büyük Patlama kavrayışının bağımsız bir biçimde ampirik olarak doğrulanması için 50-60 yıl geçmiş olsa da Papa XII. Pius 1951'de Büyük Patlama'nın Yaratılış'ın kanıtı olduğunu müjdelemişti:

> "Bugünkü bilim, yüzyıllar ötesine bir hamlede uzanarak o ilk 'Işık Olsun' anına, hiçlikten bir ışık ve ışın denizinin patlak verdiği, elementlerin parçalanıp, öğütülüp milyonlarca galaksi oluşturduğu o ana tanıklık etmeyi başarmış gibi görünüyor. Dolayısıyla fiziksel kanıtlara özgü bu somutlukla, bilim, evrenin olumsallığını ve Dünya'nın Yaratıcı'nın ellerinden çıktığı devirle ilgili sağlam temellere dayanan çıkarsamayı doğrulamıştır. Dolayısıyla yaratılış gerçekleşmiştir. Diyoruz ki: Dolayısıyla bir Yaratıcı vardır. Dolayısıyla Tanrı vardır!"

Hikayenin tamamı aslında biraz daha ilginçtir. Aslına bakarsanız, bir Büyük Patlama olduğunu ileri süren ilk kişi George LeMaître adında Belçikalı bir rahip ve doktordu. LeMaître, göz alıcı bir yetkinlik bileşimiydi. Çalışmalarına mühendis olarak başlamış, I. Dünya Savaşı'nda topçuluk yapmış, madalyalar kazanmış, sonra 1920'lerin başında rahiplik öğrenimi görürken matematiğe yönelmişti. Bundan sonra kozmolojiye geçmiş, ilk olarak ünlü İngiliz astrofizikçi Sir Arthur Stanley Eddington'la çalışmış, ardından Harvard'a gitmiş ve nihayetinde MIT'den fizik dalında ikinci bir doktora almıştı.

LeMaître 1927'de ikinci doktorasını tamamlamadan önce Einstein'ın Genel Görelilik denklemlerini çözmüş, bu kuramın durağan olmayan bir evren öngördüğünü, yaşadığımız evrenin aslında genişlediğini ileri sürdüğünü göstermişti. Bu kavrayış o kadar aykırı görünüyordu ki Einstein'ın

kendisi bile renkli bir itirazla karşı koymuştu: "Matematiğin doğru, ama fiziğin berbat."

Yine de LeMaître ilerlemeye devam etmiş, genişleyen evrenimizin hayatına aslında son derece küçük bir nokta olarak başladığını 1930'da ileri sürmüştü; LaMaître bu noktacığa "ilk atom" diyordu ve bu başlangıcı da yaratılışı anlatan Tekvin'e atıfla herhalde, "Dünü olmayan gün" olarak sunuyordu.

İşte Papa Pius'un öyle selamladığı Büyük Patlama ilk olarak bir rahip tarafından ileri sürülmüştü. LeMaître'in papalığın bu değerlendirmesiyle irkildiği düşünülebilir, ama zihni bu bilimsel kuramın teolojik bazı sonuçları olabileceği düşüncesiyle doluydu zaten; fizikçimiz 1931'de Büyük Patlama üzerine kaleme aldığı bir sunumun taslağından bu konuyla ilgili bir paragrafı çıkarmıştı.

LeMaître, Papa'nın 1951'de yaptığı o konuşmada Yaratılış'ı Büyük Patlama yoluyla kanıtlama iddiasına itirazını aslında daha sonra açıkça dile getirdi (daha sonra kuramının hatalı olduğu kanıtlanırsa, Roma Katolik Kilisesi'nin Yaratılış'la ilgili iddialarının tartışmalı hale geleceğini fark etmişti.) O sıralarda LeMaître Vatikan'ın Papalık Akademisi'ne seçilmiş bulunuyordu, daha sonra buranın başkanı olacaktı. Kendisi "Görebildiğim kadarıyla, böyle bir kuram herhangi bir metafizik ya da dini sorunun tümüyle dışında kalıyor," diyordu. Papa bu konuyu halka hitaben yaptığı konuşmalarda bir daha gündeme getirmedi.

Buradan alınacak kıymetli bir ders vardır. LeMaître'in de fark ettiği üzere Büyük Patlama'nın gerçekten olup olmadığı teolojik değil, bilimsel bir sorudur. Üstelik, Büyük Patlama gerçekleşmiş olsa bile (ki bütün kanıtlar artık ezici bir ağırlıkla bunu desteklemektedir) insan bunu dini ya da metafizik kanılarına göre farklı biçimlerde yorumlamayı tercih edebilir. Büyük Patlama'yı eğer gerek duyuyorsanız bir Yaratıcı'nın varlığını düşündüren bir hadise olarak görmeyi tercih edebileceğiniz gibi, Genel Görelilik matematiğinin, herhangi bir ilahi gücün müdahalesi olmaksızın evrenin evrimini başlangıcına dek açıkladığını da savunabilirsiniz. Ama bu gibi metafizik spekülasyonlar Büyük Patlama'nın fiziksel geçerliliğinden bağımsızdır, onu kavrayışımızla da bir ilgileri yoktur. Elbette ki genişleyen bir evrenin salt varlığının ötesine geçip onun kökenini açıklayabilecek fiziksel ilkeleri anlamaya çalıştığımızda bilim bu spekülasyonu daha da aydınlatabilir, tartışacağım üzere aydınlatmaktadır da.

Her halûkârda LeMaître de, Papa Pius da bilim dünyasını evrenin genişlediğine inandıramamışlardı. İyi bilimin tamamında söz konusu olduğu üzere, kanıtlar titiz gözlemlerden gelmişti. Bu örnekte gözlemci Edwin Hubble'dı. Hubble insanlığa hâlâ büyük inanç duymamı sağlayan bir isimdir, çünkü yola bir avukat olarak çıkmış, sonradan astronom olmuştur.

Hubble daha önceleri, 1925'te, o zamanlar dünyanın en büyük teleskopu olan, Wilson Dağı'ndaki 100 inçlik yeni Hooker teleskopuyla önemli bir atılım gerçekleştirmişti. (Bir karşılaştırma yapabilmek için belirteyim: Artık yarıçap bakımından bundan on kat, alan olarak da bundan 100 kat büyük teleskoplar yapıyoruz!) O zamana kadar, o tarihlerde elde bulunan teleskoplarla astronomlar galaksimizde basit yıldızlar olmayan nesnelerin bulanık görüntülerini ayırt edebilmişlerdi. Bunlara, Latincede "bulanık şey" (aslında "bulut") anlamına gelen sözcüğü kullanarak Nebula diyorlardı. Bu nesnelerin galaksimizin içinde mi yoksa dışında mı bulunduğunu da tartışıyorlardı.

O zamanlar evren hakkındaki yaygın görüş galaksimizin olup olabilecek her şey olduğu yönündeydi, bu yüzden de çoğu astronom bu nesnelerin "galaksimizin içinde" olduğunu söyleyen, başını Harvard'daki meşhur astronom Harlow Shapley'nin çektiği cephede yer alıyordu. (Shapley beşinci sınıfta okuldan atılmış, kendi kendine çalışmış, nihayetinde Princeton'a gitmişti. Müfredatta karşısına

çıkan ilk konuyu seçerek astronomi çalışmaya karar vermişti. Yeni ufuklar açan çalışmasıyla Samanyolu'nun önceden düşünülenden daha geniş olduğunu, Güneş'in Samanyolu'nun merkezinde değil, ücra, ilgisiz bir köşesinde bulunduğunu göstermişti. Shapley astronomi alanında alt edilmesi zor bir güçtü, bu yüzden de nebulaların niteliğiyle ilgili görüşlerinin hatırı sayılır bir etkisi olmuştu.)

Hubble, yaygın deyişle sarmal nebulalar hakkında iki yıldır sürdürdüğü çalışmanın sonuçlarını 1925'te yılın ilk günü açıkladı, bu çalışması sırasında, bugün Andromeda olarak bilinen nebula da dahil olmak üzere bu nebulalarda Cepheid değişken yıldızı denilen bir tür değişken yıldız tespit etmeyi başarmıştı.

İlk kez 1784'te gözlenen Cepheid değişken yıldızları, parlaklıkları belirli bir zaman dilimi içinde değişen yıldızlardır. 1908'de ismi duyulmamış, o sıralarda takdir edilmeyen bir astronom adayı olan Henrietta Swan Leavitt, Harvard College Rasathane'sinde "hesap uzmanı" olarak görev yapıyordu. ("Hesap uzmanları" rasathanenin fotoğraf levhalarında kayıtlı yıldız parlaklıklarını kataloglamakla görevliydiler, o zamanlar kadınların rasathane teleskoplarını kullanmalarına izin verilmiyordu.) Bağımsız bir kilise rahibinin kızı olan, ilk göçmenlerin soyundan gelen Leavitt hayret verici bir keşifte bulunmuştu, bu keşfini 1912'de daha da aydınlığa kavuşturacaktı. Leavitt, Cepheid yıldızların parlaklıklarıyla, parlaklıkların değişme periyodu arasında düzenli bir ilişki olduğunu fark etmişti. Bu demek oluyordu ki parlaklığının değişim periyodu bilinen tek bir Cepheid yıldızın uzaklığı ölçülebilirse (1913'te ölçülmüştü) aynı değişim periyoduna sahip başka Cepheid yıldızların parlaklıklarının ölçülmesi, bu başka yıldızların uzaklıklarının ölçülmesini de mümkün kılacaktı!

Yıldızların gözlenen parlaklıkları, yıldızın uzaklığının karesiyle ters orantılı olarak azaldığından (ışık, alanı uzaklığının karesi kadar artan bir küreden her yöne eşit olarak yayılır, ışık daha geniş bir alana yayılırsa, herhangi bir noktada gözlenen ışığın yoğunluğu alanın büyüklüğüyle ters orantılı olarak azalır) uzaktaki yıldızların uzaklıklarının belirlenmesi her zaman astronominin başlıca zorluklarından biri olmuştu. Henrietta'nın keşfi bu alanda bir devrim yarattı. (Nobel Ödülü konusunda hiçe sayılan Hubble, sık sık Leavitt'in çalışmasının ödüle layık olduğunu söylerdi, gerçi bunu söylerken kendi yararını düşünmüş, sırf kendisini sonraki çalışmalarıyla bu ödülü Leavitt'le paylaşması doğal bir rakip olarak gördüğünden bunu önermiş olabilir.) İsveç Kraliyet Akademisi 1924'te Leavitt'i Nobel'e aday göstermek için resmi çalışmalara başladığında, Leavitt'in üç yıl önce kanserden öldüğü öğrenildi. Kuvvetli karakteriyle, kendi kendisinin reklamını yapma yeteneğiyle, bir gözlemci olarak becerileriyle Hubble herkesin tanıdığı bir isim haline gelirken, Leavitt yalnızca astronomi tutkunlarının bildiği biri olacaktı.

Hubble Cepheid yıldızlarla ilgili ölçümünü ve Leavitt'in bulduğu periyod-parlaklık ilişkisini Andromeda ile başka birkaç nebuladaki Cepheid yıldızların Samanyolu Galaksisi'nde yer alamayacak kadar uzak olduklarını kesin olarak kanıtlamak için kullandı. Andromeda'nın bizimkine neredeyse tıpatıp benzeyen bir başka ada evren, bir başka sarmal galaksi olduğu, bugün bildiğimiz üzere, gözlenebilir evrenimizde bulunan 400 milyar galaksiden biri olduğu keşfedildi. Hubble'ın vardığı sonuç o kadar kesindi ki o sıralarda Leavitt'in çığır açıcı çalışmasını yaptığı Harvard College Rasathanesi'nin yöneticisi olmuş Shapley de dahil olmak üzere astronomi camiası Samanyolu'nun etrafımızdaki her şey olmadığını çabucak kabul etti. Bilinen evrenimizin boyutları birden, tek bir sıçramada, yüzyıllar içinde olduğundan çok daha fazla genişlemişti! Niteliği de değişmişti, neredeyse başka her şey de.

Bu büyük keşiften sonra Hubble şöhretinin üstüne yatabilirdi, ama büyük balık, yani büyük

galaksiler peşindeydi. Çok daha uzak galaksilerdeki daha sönük Cepheid yıldızları ölçerek evrenin haritasını çok daha geniş ölçeklerde çıkardı. Gelgelelim bunu yaparken çok çok daha dikkat çekici bir şeyi keşfetti: Evren genişliyordu!

Hubble bu sonuca, ölçtüğü galaksi uzaklıklarını, Amerikalı başka bir astronomun, Vesto Slipher'ın yaptığı başka bir dizi ölçümle karşılaştırarak varmıştı. Slipher bu galaksilerden gelen ışık tayflarını ölçmüştü. Bu tayfların varlıkları ve niteliklerinin anlaşılması için sizleri modern astronominin başlangıç noktasına götürmem gerekiyor.

Astronomi alanındaki en önemli keşiflerden biri, yıldızları oluşturan madde ile Dünya'yı oluşturan maddelerin büyük ölçüde aynı olmasıdır. Modern bilimdeki birçok şey gibi, bu keşfin de kökleri Isaac Newton'a uzanır. O zamanlar genç bir bilim insanı olan Newton, 1665'te, panjurda açtığı küçük bir delik dışında odasını karartarak elde ettiği incecik bir gün ışığı huzmesini bir prizmadan geçirmiş, gün ışığının bildiğimiz gökkuşağı renklerine ayrıldığını görmüştü. Güneş'ten gelen beyaz ışığın bütün bu renkleri içerdiği sonucuna varmıştı. Yanılmıyordu.

Ondan 150 yıl sonra bir başka bilim insanı saçılan ışığı daha dikkatli inceledi ve renklerin ortasında karanlık bantlar bulunduğunu keşfetti, bu bantların Güneş'in dış atmosferinde, belli renkler, yani dalga boylarındaki ışığı emen maddelerin varlığından ileri geldiği sonucuna vardı. Bilindikleri adıyla "emilme çizgileri", Dünya üzerinde hidrojen, oksijen, demir, sodyum ve kalsiyum da dahil olmak üzere bilinen maddelerce emildiği ölçülen dalga boylarına denk düşüyordu.

1868'de bir başka bilim insanı Güneş'in ışık tayfının sarı kısmında, Dünya üzerinde bilinen hiçbir elemente tekabül etmeyen iki yeni emilme çizgisi gözlemledi. Bunların, helyum adını verdiği yeni bir elementten kaynaklandığına karar verdi. Bir kuşak sonra Dünya'da da helyumun varlığı keşfedildi.

Başka yıldızlardan gelen ışınların tayfını incelemek, onların bileşimini, ısının ve evrimini anlamak açısından önemli bir bilimsel yöntemdir. Vesto Slipnher 1912'den itibaren çeşitli sarmal nebulalardan gelen bileşik ışık tayflarını gözlemiş, bu tayfların nebulaların yakınlarındaki yıldızların tayflarına benzer olduğu sonucuna varmıştı, yalnızca bütün emilme çizgileri dalgaboyundaki değişimle aynı miktarda kayıyordu.

O zamanlar bu olgunun, Avusturyalı fizikçi Christian Doppler'ın adını taşıyan, bildiğimiz "Doppler etkisi"nden kaynaklandığı düşünülüyordu. Doppler, 1842'de hareket eden bir kaynaktan size doğru gelen dalgaların, kaynağın sizden öteye gidiyor olması halinde genişleyip uzayacağını, kaynağın size yaklaşıyor olması halinde sıkışıp kısalacağını açıklamıştı. Bu hepimizin bildiği bir olgunun tezahürüydü, bana da genellikle bir Sidney Harris karikatürünü hatırlatır: Açık düzlüklerde atlarının üstüne oturmuş, uzaktan geçmekte olan treni seyre dalmış iki kovboydan biri diğerine "Şu trenin ıssızlığın ortasında çalan düdüğünü işitmeyi, Doppler etkisi yüzünden büyüklük frekansı değiştiğinden seviyorum!" der. Gerçekten de bir trenin düdüğü ya da bir ambülansın sireni tren ya da ambülans size doğru hareket ediyorsa daha yüksek, sizden uzaklaşıyorsa daha alçak gelir.

Anlaşıldığı üzere aynı olgu ses dalgaları için olduğu kadar ışık dalgaları için de geçerliydi, ama biraz farklı nedenler yüzünden. Sizden uzaklaşan bir kaynaktan gelen ışık dalgaları uzayacak, bu yüzden de olduklarından daha kırmızı görünecektir, çünkü kırmızı görünen tayfın son noktasındaki uzun dalgaboyudur, size yaklaşan dalgalarsa sıkışacak ve mavi görünecektir.

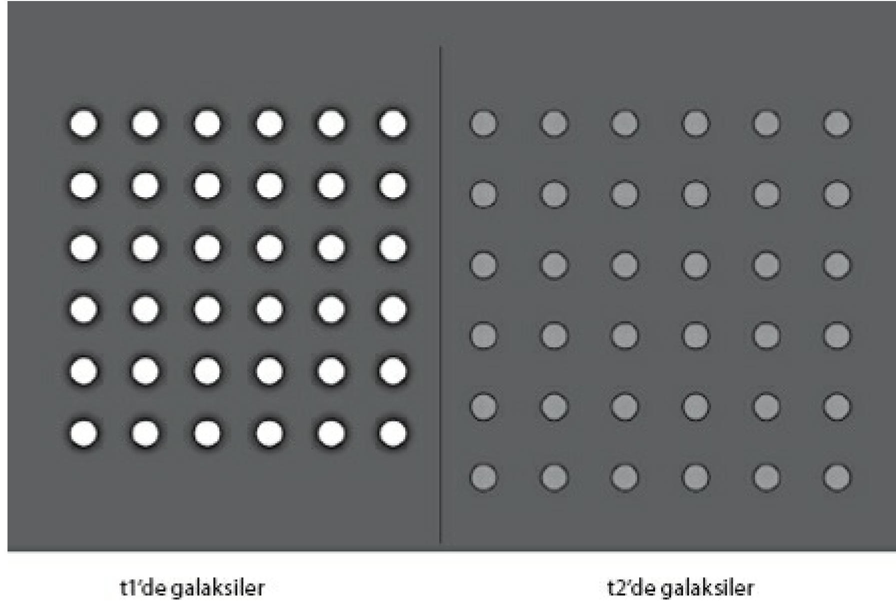
Slipher 1912'de sarmal nebulalardan gelen ışığın emilme çizgilerinin neredeyse tamamen, sistematik olarak uzun dalgaboylarına doğru kaydığını gözlemişti. (Gerçi Andromeda gibi bazılarından gelen ışık daha kısa dalgaboylarına kayıyordu.) Bu gözlemden hareketle de bu nesnelerin çoğunun hatırı sayılır bir hızla bizden uzaklaştığı sonucuna varmıştı, doğru bir çıkarımdı bu.

Hubble ise bu sarmal galaksilerin (o zamana kadar bilinenlerin) uzaklıklarıyla ilgili kendi gözlemlerini Slipher'ın galaksilerin uzaklaşma hızlarına ilişkin ölçümleriyle karşılaştırmayı başardı. 1929'da Wilson Dağı rasathanesinde görevli (teknik yetenekleri çok güçlü olan, o kadar ki lise diplomasına bile sahip olmaksızın rasathanede bir iş bulabilmiş) Milton Humason'ın yardımıyla bugün Hubble Kanunu dediğimiz dikkat çekici bir ampirik ilişki keşfettiğini açıkladı: Uzaklaşma hızıyla galaksilerin uzaklığı arasında doğrusal bir ilişki vardır. Daha açık bir ifadeyle, çok çok uzaklarda olan galaksiler bizden daha hızlı uzaklaşır!

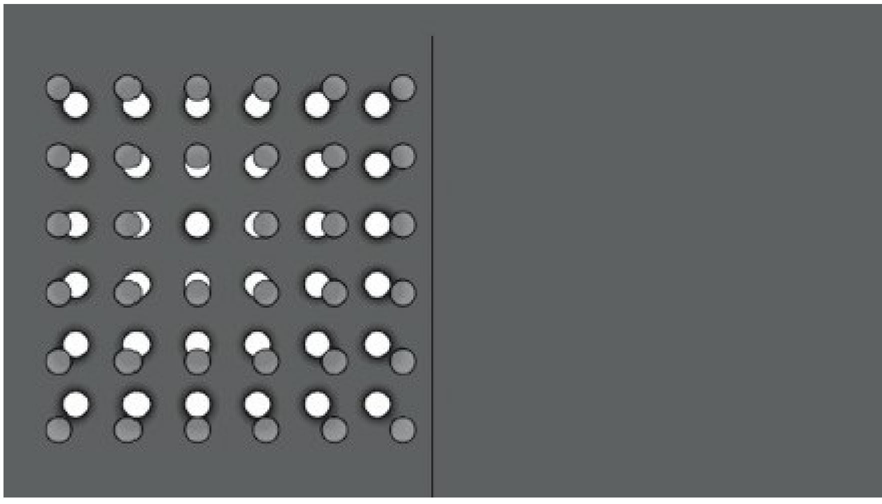
Bu dikkat çekici gerçek, neredeyse bütün galaksilerin bizden uzaklaştığı, bizden iki kat uzak olanların iki kat hızlı, üç kat uzak olanların üç kat hızlı uzaklaştıkları gerçeği ilk kez sunulduğunda bunun ne anlama geldiği aşikarmış gibi görünüyordu: *Biz Evren'in merkezindeyiz!*

Bazı dostlarımın ileri sürdüğü üzere, birilerinin bana her gün meselenin *aslında böyle olmadığını* hatırlatması gerekiyordu. Aslında mesele, LeMaître'in öngördüğü ilişkiyle kesinlikle tutarlıydı. Evrenimiz gerçekten de genişliyordu.

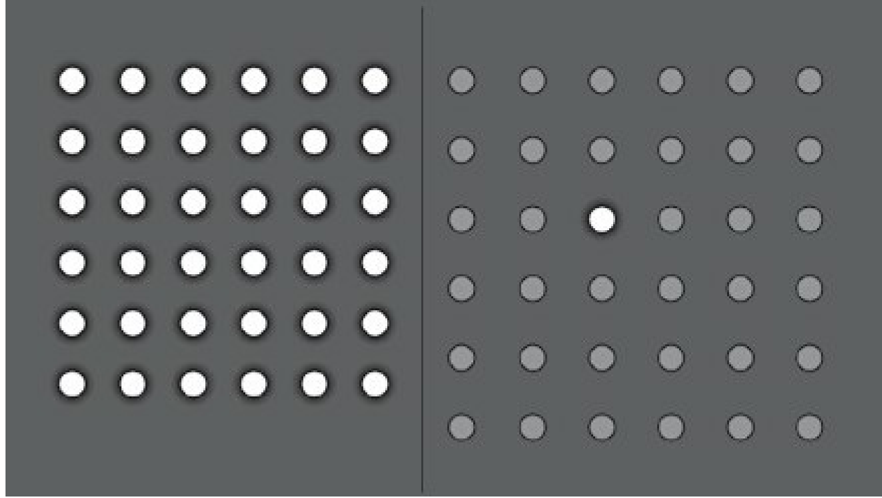
Bunu açıklamak için çeşitli yollara başvurdum, gerçekten de belli bir çerçevenin, bu örnekte de evrensel çerçevenin dışına çıkarak düşünemiyorsanız bunu açıklamanın iyi bir yolu olduğunu sanmıyorum. Hubble Kanunu'nun ne anlama geldiğini kavrayabilmek için galaksimizi merkez alan bakış açısından uzaklaşmanız, evrenimize dışarıdan bakmanız gerekiyor. Üç boyutlu bir evrenin dışında durmak zor olsa da iki boyutlu bir evrenin dışında durmak kolaydır. Aşağıda, böyle genişleyen bir evrenin iki farklı zamandaki görünümüne ilişkin bir çizimimi bulacaksınız. Gördüğünüz üzere ikinci çizimde galaksiler birbirlerinden daha uzaktır.



Şimdi, ikinci çizimde görülen, beyazla işaretlediğim galaksilerden birinde yaşadığınızı düşünün:

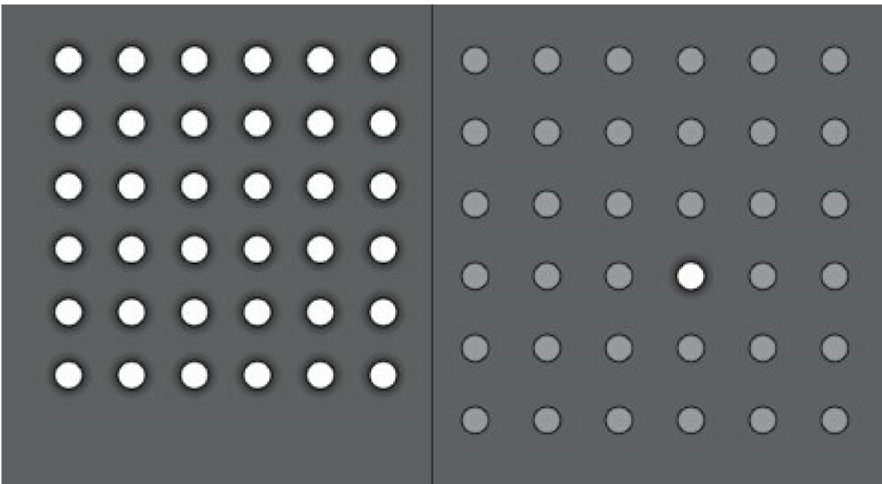


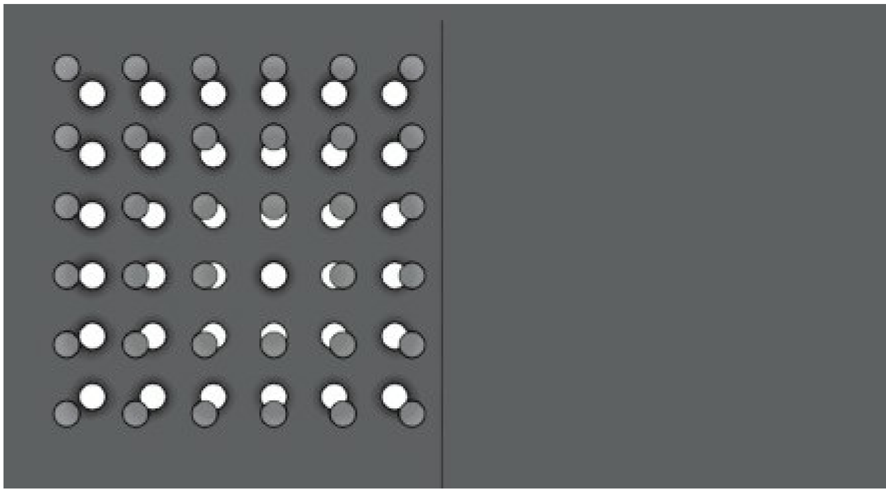
Bu galaksinin bakış açısından evrenin gelişiminin nasıl göründüğünü anlayabilmek için sağdaki görüntüyü soldakinin üzerine yerleştirdim, beyazla işaretlediğim galaksiyi de kendisinin üzerine denk getirdim.



İşte! Bu galaksinin bakış açısına göre, diğer bütün galaksiler ondan uzaklaşıyor, ondan iki kat uzak olanlar aynı süre zarfında iki kat, üç kat uzak olanlar üç kat uzaklaşmış oluyor. Bir kenar, bir sınır olmadığı sürece bu galakside yaşayanlar kendilerini genişlemenin merkezindeymiş gibi hissedeceklerdir.

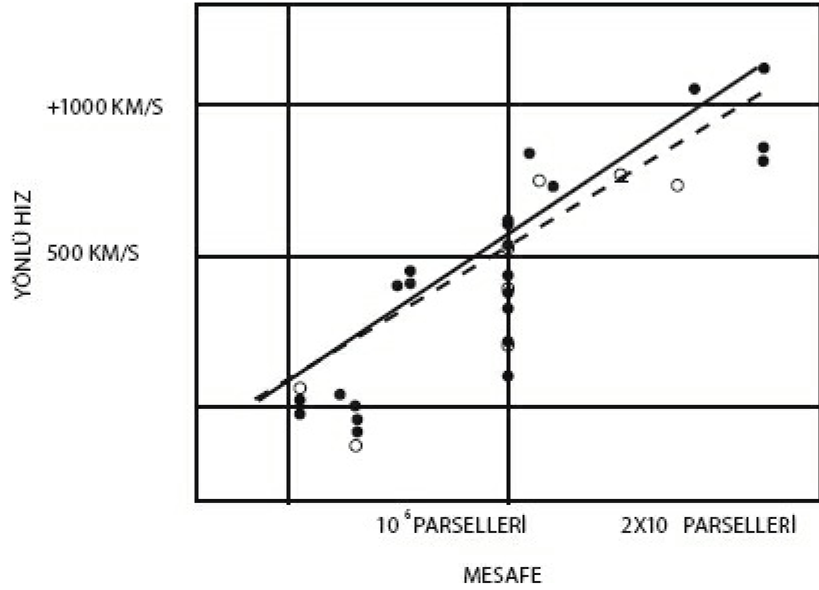
Hangi galaksiyi seçtiğimiz önemli değildir. Başka bir galaksi seçip işlemi tekrarlayalım:





O halde bakış açınıza bağlı olarak, *her yer* evrenin merkezidir, yani *hiçbir yer* evrenin merkezi değildir. Önemli değil. Hubble Yasası genişleyen bir evrenle tutarlıdır.

Hubble ile Humason analizlerini ilk kez 1929'da sunduklarında, galaksilerin uzaklığı ile uzaklaşma hızları arasında doğrusal bir ilişki bulunduğunu belirtmekle kalmamış, genişleme hızına ilişkin niceliksel bir tahmin de sunmuşlardı. Sundukları veriler şöyleydi:



Gördüğünüz gibi, Hubble'ın bu veri kümesine düz bir doğru yerleştirmesi nispeten yerinde bir tahminmiş gibi görünüyor. (Arada bir ilişki olduğu açıktır, ama düz bir doğrunun bu ilişkiye en uygun şekil olup olmadığı, sırf bu verilere dayanıldığında açık olmaktan uzaktır.) Hubble ile Humason'ın kurdukları örnekten hareketle genişleme hızı için buldukları rakam, üç milyon ışık yılı uzaktaki bir galaksinin (galaksiler arasındaki ortalama uzaklık) bizden saniyede 500 kilometre hızla ayrıldığını söylüyordu. Ne var ki bu pek yerinde bir tahmin değildi.

Bunun nedenini anlayabilmek nispeten basittir. Bugün her şey bizden uzaklaşıyorsa, demek ki önceden her şey birbirine daha yakındı. Şimdi, kütleçekim çekici bir kuvvetse evrenin genişlemesini yavaşlatıyor olması gerekir. Bu da bugün saniyede 500 kilometre hızla bizden uzaklaştığını gördüğümüz galaksinin, daha önceleri daha hızlı uzaklaştığı anlamına gelir.

Ama şimdilik, galaksinin her zaman aynı hızla hareket ettiğini varsayalım, geriye bakıp ne kadar önce bizim galaksimizle aynı konumda olduğunu bulabiliriz. Bizden iki kat uzak galaksiler, iki kat

hızlı uzaklaştıklarından geriye baktığımızda tam olarak aynı zamanda bizim konumumuzun üstüne geldiklerini buluruz. Gerçekten de bütün gözlenebilir evren tek bir noktada, Büyük Patlama'da, bu şekilde tahmin edebileceğimiz bir zamanda üst üste binmiş olsa gerektir.

Açıktır ki böyle bir tahmin evrenin yaşının en üst sınırını verir, çünkü galaksiler bir zamanlar daha hızlı hareket ediyor olduklarından bugün bulundukları yere bu tahminin ileri sürdüğünden daha kısa bir zamanda varmış olmaları gerekir.

Hubble'ın analizine dayanan bu tahminden yola çıkarak Büyük Patlama'nın yaklaşık 1,5 milyar yıl önce gerçekleştiğini söylüyoruz. Gelgelelim 1929'da bile, Dünya'nın 3 milyar yıldan daha yaşlı olduğu yönünde açık kanıtlar vardı (Tennessee, Ohio ve birkaç eyalette Kutsal Kitap'ı harfi harfine yorumlayanlar dışında).

Dünya'nın evrenden daha yaşlı olduğunun bulunması, bilim insanlarını utandıran bir sonuçtur. Daha da önemlisi bu analizde bir şeylerin yanlış olduğunu söyler.

Bu karışıklık, Hubble'ın galaksimizdeki Cepheid yıldızların ilişkilerini kullanarak geliştirdiği uzaklık tahminlerinin sistematik olarak yanlış olmasından kaynaklanmaktadır. Yakınlardaki Cepheid yıldızlar kullanılarak geliştirilen, daha uzaktaki Cepheid yıldızların uzaklıklarının tahmin edilmesinde, daha sonra da çok daha uzak Cepheid yıldızların gözlendiği galaksilerin uzaklıklarının tahmin edilmesinde dayanılan uzaklık merdiveni hatalıydı.

Bu sistematik etkilerden kaynaklanan hataların aşılmasının tarihi, burada anlatılamayacak kadar uzun ve kabarıktır, ayrıca her halûkârda artık önemli değildir, çünkü bugün elimizde uzaklık tahminlerinde çok daha iyi sonuç veren bir yöntem bulunuyor.

Hubble Uzay Teleskopu'ndan alınan en sevdiğim fotoğraflardan biri şudur:



Çok çok uzun zaman önce (çünkü galaksinin ışığının bize ulaşması 50 milyon yılı aşkın bir zaman almıştır) çok çok uzaklardaki güzel bir sarmal galaksiyi gösteriyor. Bizimkine benzeyen böyle bir sarmal galakside yaklaşık 100 milyar yıldız vardır. Galaksinin merkezindeki parlak çekirdekte muhtemelen 10 milyar yıldız bulunmaktadır. Sol alt köşede, bu 10 milyar yıldızınkine eşit bir

parlaklıkla ışıldayan yıldıza bakın. İlk bakışta, makul bir varsayımda bulunarak bunun bizim galaksimizde yer alan, bir şekilde fotoğrafa girmiş daha yakın bir yıldız olduğunu sanabilirsiniz. Ama aslında bu da muhtemelen bir milyar ışık yılı uzaktaki aynı uzak galakside bulunan bir yıldızdır.

Açıktır ki sıradan bir yıldız değildir. Yenice patlamış bir yıldızdır, bir süpernovadır, evrendeki en parlak havai fişek gösterilerinden biridir. Bir yıldız patladığında kısa bir süre boyunca (yaklaşık bir ay kadar) on milyar yıldızın parlaklığıyla görünebilir bir ışık saçar.

Ne mutlu ki yıldızlar o kadar sık patlamazlar, her galakside yüzyılda bir ancak bir patlama olur. Ama şanslıyız ki patlarlar, çünkü patlamasalardı burada olamazdık. Evren hakkında bildiğim en şiirsel gerçeklerden biri, bedenimizdeki her atomun bir zamanlar patlayan bir yıldızın içinde olduğudur. Dahası da var: Sol elinizin atomları başka, sağ elinizin atomları başka bir yıldızdandır. Kelimenin tam anlamıyla yıldızların çocuklarıyız, bedenlerimiz yıldız tozundan.

Bunu nereden biliyoruz? Eh, çizdiğimiz Büyük Patlama tablosunu, evrenin 1 saniye yaşında olduğu, hesaplamalarımıza göre gözlenen bütün maddenin ısısı yaklaşık 10 milyar derece olması gereken yoğun bir plazma içinde sıkışık halde bulunduğu zamana kadar götürebiliyoruz. Bu ısıda nötronlar ve protonlar arasında çabucak nükleer tepkimeler meydana gelebilir, nötronlar ve protonlar birbirine bağlanıp başka çarpışmalarla birbirlerinden kopabilirler. Bu sürecin ardından evren soğurken, bu ilk bileşenlerin hangi sıklıkla birbirlerine bağlanarak hidrojenden daha ağır olan atomların, yani helyum, lityum vs. atomlarının çekirdeklerini oluşturduklarını tahmin edebiliyoruz.

Bunu yaptığımızda, Büyük Patlama dediğimiz o ilk ateş topu sırasında, doğada hafiflik bakımından üçüncü sırada yer alan lityum dışında hiçbir atom çekirdeğinin oluşmadığını görürüz. Hesaplarımızın doğruluğuna güveniyoruz, çünkü en hafif elementlerin evrendeki bolluğuyla ilgili tahminlerimiz bu gözlemlerle kesin bir uyuşma gösteriyor. Bu en hafif elementler, yani hidrojen, deteryum (ağır hidrojenin çekirdeği), helyum ve lityum 10 katlık bir büyüklük farkı gösteriyorlar. (Kütle itibarıyla protonlar ve nötronların kabaca yüzde 25'i helyumu oluştururken, 10 milyar nötron ve protondan yalnızca biri bir lityum çekirdeğine düşer.) Gözlemler ve kuramsal tahminler, bu inanılmaz derecede geniş aralık konusunda birbiriyle uyuşuyor.

Bu, Büyük Patlama'nın gerçekten olduğunu söyleyen en meşhur, en önemli ve en başarılı tahminlerden biridir. *Ancak sıcak bir büyük patlama, gözlenen hafif element bolluğunu yaratmış, evrenin bugün gözlenen genişlemesiyle tutarlılığı koruyor olabilir.* Arka cebimde, Büyük Patlama'nın gerçekleştiğine inanmayan biri çıkarsa ona gösterebileyim diye hafif elementlerin bolluğuna dair tahminler ile gözlenen bolluğun karşılaştırıldığı bir kart taşıyorum. Genellikle tartışmalarımda o kadar ileri gitmiyorum tabii, çünkü veriler, tabloda bir şeylerin yanlış olduğuna önceden karar vermiş insanları pek etkilemiyor. Yine de bu kartı taşıyorum, kitabın sonunda size de sunacağım.

Lityum bazı insanlar için önemli olsa da karbon, azot, oksijen, demir vs. gibi daha ağır çekirdekler geri kalanlarımız için çok daha önemlidir. Bunlar Büyük Patlama sırasında *oluşmamıştır*. Oluşabilecekleri tek yer, yıldızların kızgın çekirdekleridir. Bugün bedeninizde olmalarının tek yolu da bu yıldızların lûtfedip patlamış, meyvelerini evrene saçmış olmalarıdır, böylece bu meyveler bir gün Güneş dediğimiz yıldızın yakınında bulunan küçük mavi gezegenin içinde ve çevresinde bir araya gelebilmiştir. Galaksimizin tarihi boyunca yaklaşık 200 milyon yıldız patlamıştır. Dilerseniz şöyle diyelim, bu kadar çok sayıda yıldız bir gün siz doğabilesiniz diye kendilerini feda etmişlerdir.

Sanırım bu durum onlara kurtarıcılara biçilen her türlü niteliği kazandırıyor.

1990'lar boyunca titizlikle yürütülen araştırmalar Tip 1a süpernova denilen patlayan yıldızların dikkat çekici bir özelliği olduğunu göstermiştir: Büyük bir doğruluk payı taşıyan bu araştırmalara göre, doğuştan daha parlak olan Tip 1a süpernovaları daha uzun süre boyunca parlar. Parlaklığın yoğunluğu ile süresi arasındaki bu ilişki kuramsal olarak tam anlamıyla anlaşılamamış olsa da ampirik olarak çok sıkı bir bağdır. Bu da bu süpernovaların çok iyi "standart mumlar" oldukları anlamına gelir. Yani bu süpernovalar, doğuştan gelen parlaklıkları, uzaklıklarından bağımsız bir ölçümle doğrudan belirlenebildiğinden, uzaklıkları ölçmekte kullanılabilirler. Uzak bir galakside bir süpernova gözlersek (çok parlak olduklarından gözleyebiliriz) ne kadar uzun bir süre parladığını gözleyerek süpernovanın içkin parlaklığını çıkarsayabiliriz. Sonra da teleskoplarımızla süpernovanın görünen parlaklığını ölçerek süpernova ile ona ev sahipliği yapan galaksinin uzaklığına dair doğru çıkarımlar geliştirilebilir. Ardından o galaksideki yıldızların ışığının "kırmızıya kayması"nı ölçerek galaksinin ivmeli hızını belirleyebilir, böylece ivmeli hızı uzaklıkla karşılaştırarak evrenin genişleme hızını bulabiliriz.

Buraya kadar her şey iyi güzel de süpernovalar her galakside yaklaşık yüzyılda bir patlıyorlarsa bir süpernova görebilme ihtimalimiz nedir acaba? Ne de olsa kendi galaksimizde Dünya'dan tanık olunan son süpernova, Johannes Kepler'in 1604'te tespit ettiğiydi! Hatta bizim galaksimizdeki süpernovaların yalnızca büyük astronomların ömürleri zarfında gözlendiği bile söylenmiştir ki Kepler de büyük astronom sıfatına kesinlikle uygun bir isimdir.

Avusturya'da sıradan bir matematik öğretmeni olarak meslek hayatına başlayan Kepler astronom Tycho Brahe'nin asistanı olmuştu. (Brahe galaksimizde daha önceki bir süpernovayı gözlemlemiş, buna karşılık Danimarka Kralı kendisine koca bir ada armağan etmişti.) Kepler 17. yüzyılın başında, Brahe'nin gezegenlerin gökyüzündeki konumları hakkında on yılı aşkın bir süre boyunca topladığı verileri kullanarak gezegenlerin hareketine ilişkin kendi adıyla anılan üç meşhur yasayı geliştirmişti:

1. Gezegenler Güneş'in etrafında elipsler çizerek döner.
2. Bir gezegen ile Güneş'i birleştiren bir doğru, eşit sürelerde eşit miktarda alanı tarar.
3. Bir gezegenin yörünge periyodunun karesi, yörüngesinin yarı majör ekseninin (başka bir deyişle, elipsinin "yarı majör ekseni"nin, yani Güneş'e en yakın ve en uzak olduğu noktalardaki uzaklıkların toplamının yarısının) küpüyle (üçüncü kuvvetiyle) doğru orantılıdır.

Bu yasalar, Newton'ın neredeyse bir yüzyıl sonra Evrensel Kütleçekim Yasası'nı geliştirmesine zemin hazırlamıştı. Kepler bu dikkat çekici katkısının yanı sıra annesini, cadılık yaptığı gerekçesiyle açılan bir davada başarıyla savunmuş, Ay'a yolculuğu konu alan bir hikayesiyle de herhalde ilk bilim-kurgu hikayeyi kaleme alan isim olmuştu.

Bugünlerde, bir süpernova görebilmenin yollarından biri gökyüzündeki her galaksiyi farklı bir doktora öğrencisinin sorumluluğuna vermek olurdu. Ne de olsa, 100 yıl ile doktora derecesi almak için geçen süre arasında en azından kozmik anlamda fazla bir fark yoktur, hem doktora öğrencileri de ucuz ve boldur. Ne mutlu ki bu gibi aşırı tedbirlere başvurmamız gerekmiyor, nedeni de gayet basit: Çünkü evren büyüktür, yaşlıdır, ender rastlanan olaylar da her zaman olur!

Bir gece ormana ya da çöle, yıldızları görebileceğiniz bir yere gidin, elinizi gökyüzüne doğru kaldırıp başparmağınız ile işaret parmağınızı birleştirerek bozuk para büyüklüğünde bir halka oluşturun. Sonra bu halkayı gökyüzünde hiçbir yıldızın görünmediği karanlık bir bölgeye doğru çevirin. O karanlıkta, bugün kullandığımız türde yeterince büyük bir teleskopla her biri milyarlarca yıldız içeren 100.000 galaksi görebilirsiniz. Süpernovalar yüzyılda bir patladıklarından, görüş açınızda 100.000 galaksi olduğu düşünülürse, o gece ortalama üç yıldızın patladığını görebilirsiniz.

İşte astronomlar bunu yapıyor. Teleskopu kullanmak için başvuruyor, bazı geceler bir yıldızın, bazı geceler iki yıldızın patladığını görüyorlar, bazı geceler hava bulutlu olduğundan hiç patlayan yıldız göremiyorlar. Bu yolla birkaç grup, Hubble sabitini, yüzde 10'dan daha az bir belirsizlikle bulabildi. Birbirinden ortalama 3 milyon ışık yılı uzaktaki galaksiler için saniyede yaklaşık 70 kilometre veren bu yeni rakam, Hubble ile Humason'ın bulduklarından neredeyse 10 faktör daha küçük. Sonuçta, evrenin yaşının 1,5 milyar yıl olmak yerine yaklaşık 13 milyar yıl olduğunu bulduk.

Daha sonra anlatacağım üzere, bu da galaksimizdeki en yaşlı yıldızların yaşlarıyla ilgili bağımsız tahminlerle uyuşuyor. Brahe'den Kepler'e, LeMaître'den Einstein ve Hubble'a, yıldızların tayflarından hafif elementlerin bolluğuna varıncaya dek 400 yıllık modern bilim genişleyen evrenin dikkat çekici ve tutarlı bir tablosunu çizmiştir. Her şey tutarlıdır. Büyük Patlama tablosu sapasağlamdır.

İKİNCİ BÖLÜMM

EVREN'İ TARTAN,

GİZEMLİ BİR KOZMİK HİKAYE

Bunlar bilinen bilinenlerdir. Bunlar bildiğimizi bildiklerimizdir. Bilinen bilinmeyenler vardır. Yani, bilmediğimizi bildiğimiz şeyler vardır. Ama bilinmeyen bilinmeyenler de vardır. Bilmediğimizi bilmediğimiz şeyler vardır.

Donald Rumsfeld

Evrenin bir başlangıcı olduğunu, bu başlangıcın geçmişte sonlu ve ölçülebilir bir zaman olduğunu yerli yerine oturttuktan sonra sorulması doğal bir soru gelir: "Evren nasıl son bulacak?"

Aslına bakarsanız beni asıl alanım olan parçacık fiziğinden uzaklaştırıp kozmolojiye yönelten soru da buydu. Evrende gözün ya da teleskopun görmediği çok fazla şey olduğu, galaksimizdeki gazın ve yıldızların hareketlerine ilişkin 1970'ler ve 1980'lerde yapılan ayrıntılı ölçümler ve galaksilerin topluluk denilen büyük galaksi grupları halinde hareket etmelerinin anlaşılması sayesinde giderek açıklık kazanmıştı.

Muazzam bir büyüklüğü olan galaksi ölçeğinde iş başındaki başlıca güç kütleçekimdir, bu yüzden bu ölçeklerde nesnelerin hareketlerini ölçmek bu hareketin itici gücü olan kütleçekimi araştırmamızı mümkün kılar. Bu ölçümler Amerikalı astronom Vera Rubin ve meslektaşlarının 1970'lerin başında yaptığı öncü çalışmalarla başlamıştır. (Rubin doktorasını Georgetown Üniversitesi'nden almıştır; akşam saatlerinde geldiği dersler sırasında kocası onu arabada bekliyordu, çünkü Rubin araba kullanmayı bilmiyordu. Doktora eğitimi için Princeton Üniversitesi'ne de başvurmuştu, ama Princeton'ın astronomi alanındaki lisans sonrası programlarına kadınlar ancak 1975'ten sonra alınmaya başladı.) Rubin bu alanda yükselerek Kraliyet Astronomi Cemiyeti'nin Altın Madalyası'yla ödüllendirilen ikinci kadın oldu. Galaksimizin kendi etrafındaki dönüş hızıyla ilgili çığır açıcı ölçümlerinden ötürü bu ödüle ve hak ettiği diğer ödüllere layık görülmüştü. Galaksimizin merkezinden giderek uzaklaşan yıldızları ve sıcak gazı gözleyerek bu bölgelerin kendi etraflarında dönüş hızlarının başkalarının tahmin ettiğinden çok daha yüksek olduğunu bulmuştu. Onun çalışmaları sayesinde, kozmologlar nihayetinde, bu hareketi açıklamanın tek yolunun, galaksimizde bütün bu sıcak gaz ve yıldızların kütlesini toplamakla elde edilenden ciddi oranda çok daha fazla kütlenin bulunduğunu varsaymak olduğu kanısına ulaşmıştı.

Gelgelelim bu bakış açısında bir sorun vardı. Evrende gözlenen hafif element (hidrojen, helyum ve lityum) bolluğunu gayet güzel açıklayan hesaplar, normal maddeyi oluşturan protonlar ve nötronların da Evren'de ne miktarda olması gerektiğini söyler. Çünkü tıpkı bir yemek tarifinde (bu örnekte nükleer yemek) olduğu gibi sonuçta ortaya çıkan yemeğin miktarı başta içine her malzemeden ne kadar koyduğunuza bağlıdır. Tarifteki malzemelerin iki katını kullanırsanız (örneğin iki yerine dört yumurta kırarsanız) sonuçta ortaya çıkan yemek, bu örnekte omlet daha fazla olur. Gelgelelim, Büyük Patlama'dan çıkan evrendeki proton ve nötronların, gözlenen hidrojen, helyum ve lityum bolluğuna uygun olarak belirlenen başlangıçtaki yoğunluğu yıldızlarda ve sıcak gazda görebildiğimiz madde miktarının iki katı kadardır. Peki bu parçacıklar nerededir?

Protonları ve nötronları saklama yollarını hayal etmek kolaydır (kar topları, gezegenler, kozmologlar... hiçbiri de parlamaz), bu yüzden birçok fizikçi, karanlık nesnelerde de görünen

nesnelerdeki kadar fazla sayıda proton ve nötron bulunduğu tahminini yürütmüştür. Gelgelelim galaksimizdeki maddenin hareketini açıklamak için ne kadar "karanlık madde" bulunması gerektiğini hesapladığımızda, toplam maddenin görünen maddeye oranının 2'ye 1 değil, 10'a 1'e yakın olduğunu buluruz. Bu bir hata değilse karanlık madde protonlar ve nötronlardan oluşuyor olamaz. Çünkü bunu sağlamaya yetecek kadar proton ve nötron yoktur.

Farklı bir çekirdek yapısı olan karanlık maddenin var olması olasılığını öğrenmek, 1980'lerin başında genç bir parçacık fizikçisi olarak benim için son derece heyecan vericiydi. Bu, kelimenin tam anlamıyla, evrendeki başat parçacıkların bildiğimiz nötron ve protonlar değil, muhtemelen yeni bir tür egzotik bir temel parçacık; bugün Dünya'da bulunmayan, ama yıldızların arasından akan, galaksi dediğimiz o kütleçekim gösterisini sessiz sedasız götüren gizemli bir şey olduğu anlamına geliyordu.

En azından benim için daha da heyecan vericisi, bütün bunların gerçekliğin doğasını temelden yeniden aydınlatmayı sağlayacak üç araştırma çizgisini işaret ediyor olmasıydı:

1) Bu parçacıklar, yukarıda betimlediğim hafif elementler gibi Büyük Patlama sırasında oluşmuşlarsa bugün evrenimizdeki muhtemelen egzotik yeni parçacıkların ne derece bol olduğunu tahmin edebilmek için temel parçacıklar arasındaki etkileşimleri yöneten kuvvetler hakkındaki fikirleri (elementlerin miktarını belirlemek için ilgili çekirdekler arasındaki etkileşimler yerine) kullanabilmemiz gerekir.

2) Parçacık fiziğindeki kuramsal fikirlere dayanarak evrendeki karanlık maddenin toplam miktarını çıkarsamak mümkün olabilir ya da karanlık maddeyi tespit etmek için, evrendeki toplam madde miktarını, dolayısıyla evrenimizin geometrisini (açık, kapalı ya da düz) verecek yeni deneyler önermek mümkün olabilir. Fiziğin işi görebildiğimiz şeyleri açıklamak için göremediğimiz şeyler icat etmek değil, göremediğimiz şeyleri nasıl görebileceğimizi çözmek, önceden görünmeyenleri, bilinen görünmeyenleri görmektir. Karanlık madde olmaya aday her yeni temel parçacık, galaksimizde dolaşan karanlık madde parçacıklarını, Dünya onların uzaydaki hareketiyle kesiştiğinde onları tespit edebilmek için Dünya üzerinde aygıtlar kurarak belirlemeye yönelik yeni deneyler düzenleme olasılıklarının kapısını aralar. Karanlık madde parçacıkları bütün galaksiye gruplar halinde dağılmışlarsa şimdi de burada bizimledirler. Çok uzaklardaki nesneleri araştırmak için teleskoplar kullanmak yerine, karanlık madde parçacıklarının varlığını aydınlatmak üzere Dünya üzerine kurulmuş detektörlerden yararlanılabilir.

3) Karanlık maddenin niteliğini ve miktarını belirleyebilirsek evrenin nasıl son bulacağını da belirleyebiliriz.

Son olasılık hepsinin en heyecan vericisi gibi görünüyordu, bu yüzden de meseleyi açmaya onunla başlayacağım. Aslına bakarsanız kozmolojiye de evrenin nasıl son bulacağını bilen ilk insan olmak istediğim için bulaşmıştım.

O zamanlar bu iyi bir fikirmiş gibi görünüyordu.

Einstein genel görelilik kuramını geliştirdiğinde, kuramın kalbinde, uzayın madde ya da enerjinin varlığıyla bükülmesi olasılığı yatıyordu. Bu kuramsal fikir, 1919'da iki ayrı gözlemde, bir güneş

tutulması sırasında yıldız ışığının Güneş'in etrafında büküldüğünün gözlenmesi sonucu bir spekülasyon olmaktan çıkmıştı. Yıldız ışığı, Güneş'in etrafında tam da Einstein'ın, Güneş'in varlığı etrafındaki uzayı büküyorsa olması gerektiğini tahmin ettiği derecede bükülüyordu. Einstein hemen ün kazandı, her evde tanınan bir isim oldu. (Bugün çoğu insan onun kazandığı bu ünün, o tarihten 15 yıl önce bulduğu E=mc2 denkleminden ileri geldiğini sanır, ama öyle değildi.)

Şimdi, uzayın bükülmesi olasılığı varsa, evrenimizin geometrisi birden çok daha ilginç bir hal alır. Toplam madde miktarına bağlı olarak evrenimiz üç farklı geometriden birinde olabilir, ya "açık", ya "kapalı" ya da "düz"dür.

Bükülmüş üç boyutlu bir uzayın neye benzeyeceğini gözümüzde canlandırmak zordur. Hepimiz üç boyutlu varlıklar olduğumuzdan, üç boyutlu bükülmüş bir uzayı sezgisel olarak canlandırmamız, Düzdiyar (Flatland) isimli şu meşhur kitaptaki iki boyutlu varlıkların, dünyaları bir kürenin yüzeyi gibi bükülmüş olsa üç boyutlu bir gözlemciye nasıl görüneceğini hayal etmeleri kadar zordur. Üstelik bükülme çok küçükse gündelik hayatta nasıl fark edileceğini hayal etmek de zordur, tıpkı, en azından Ortaçağ'da birçok insanın, düz göründüğü için Dünya'nın düz olduğunu düşünmesi gibi.

Bükülmüş üç boyutlu evrenleri resmetmek zordur, kapalı bir evren üç boyutlu bir evrene benzer, eh, insanın gözü epeyce korkuyor. Ama bu evrenin bazı yönlerini resmetmek kolaydır. Kapalı bir evrende bir yönde yeterince uzağa bakarsanız, kafanızın arkasını görürsünüz.

Bu egzotik geometrilerden bahsetmek eğlenceli ya da etkileyiciymiş gibi görünse de işleyiş bakımından varlıklarının çok daha önemli sonuçları vardır. Genel görelilik, yıldızlar ve galaksiler gibi maddenin, hatta çok daha egzotik karanlık maddenin enerji yoğunluğuna hakim olduğu kapalı bir evrenin bir gün Büyük Patlama'nın tersi bir süreçle (Büyük Çöküş deyin dilerseniz) yeniden çökeceğini bize kesin bir dille söyler. Açık bir evren sonlu bir hızla sonsuza dek genişlemeyi sürdürecektir, düz bir evrense sınırdadır, genişlemesi yavaşlar, ama hiç durmaz.

Karanlık madde miktarının, dolayısıyla evrendeki kütlenin toplam yoğunluğunun belirlenmesi, asırlık (en azından T. S. Eliot kadar eski) bir soruya açıklık getirme vaadinde bulunur: Evren bir patlamayla mı yoksa bir çöküşle mi sona erecek? Karanlık maddenin toplam miktarını belirleme macerasının tarihi en azından yarım yüzyıl öteye uzanıyor, bu konuda koca bir kitap bile yazılabilir. Aslında *Quintessence* adlı kitabımda bunu yapmaya çalışmıştım. Gelgelelim birazdan (hem kelimelerle hem sonra bir resimle) göstereceğim üzere, bir tek resmin en az bin (belki de yüz bin) kelimeye bedel olduğu doğrudur.

Evrende kütleçekimle birbirine bağlanmış en büyük nesneler galaksilerin oluşturduğu süper topluluklardır. Binlerce, belki de daha fazla galaksinin bulunabileceği bu gibi nesneler on milyonlarca ışık yılına yayılmış olabilirler. Çoğu galaksi böyle süper topluluklar içinde yer alır, bizim galaksimiz de merkezi bizden 60 milyon ışık yılı uzakta bulunan Virgo (Başak) galaksi süper topluluğundadır.

Süper topluluklar çok büyük ve çok kütleli olduklarından, temelde bir şeyin içindeki bir şey bu süpertoplulukların içindedir. Dolayısıyla galaksi süpertopluluklarının ağırlığını ölçüp evrendeki bu süpertoplulukların toplam yoğunluğunu tahmin edebilirsek karanlık madde de dahil olmak üzere "evreni tartabiliriz." Sonra Genel Görelilik denklemlerini kullanarak evrenin kapalı olmasına yetecek kadar madde olup olmadığını belirleyebiliriz.

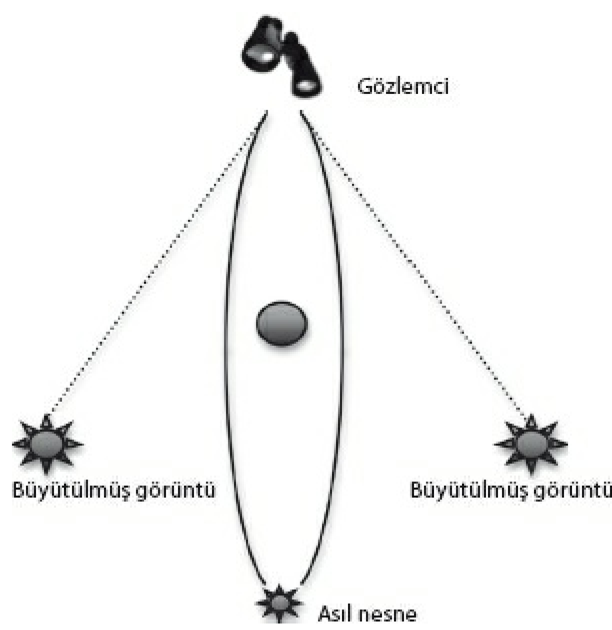
Buraya kadar iyi, iyi de on milyonlarca ışık yılı uzaktaki nesneleri nasıl tartacağız? Basit efendim. Kütleçekimi kullanın!

Albert Einstein, 1936'da, amatör bir astronom olan Rudi Mandl'ın dikkat çektiği şeylerin peşinden giderek *Science* dergisinde "Bir Yıldızın Kütleçekim Alanındaki Işığın Sapmasıyla Mercek Benzeri Eylemi" ("Lens-Like Action of a Star by the Deviation of Light in the Gravitational Field") başlıklı kısa bir makale yayınlamıştı. Einstein bu kısa makalesinde uzayın bir mercek gibi davranabileceğini, tıpkı okuma gözlüklerimin mercekleri gibi ışığı kırıp büyütebileceğini, bu dikkat çekici olguyu kanıtlıyordu.

1936'da daha iyicil, daha nazik bir hava esiyordu; Einstein'ın nihayetinde seçkin bir bilim dergisinde yayınlanmış olan makalesinin gayri resmi bir havada kaleme alınmış başlangıç satırlarını okumak ilginç bir deneyimdir: "Bir süre önce R. W. Mandl beni ziyaret ederek, onun isteği üzerine yaptığım küçük bir hesaplamanın sonuçlarını yayınlamamı rica etti. Bu not onun bu ricası üzerine kaleme alınmıştır." Belki de o Einstein olduğu için böyle bir gayri resmiyet ona uygun düşüyor, ama ben bu dilin o dönemin, bilimsel sonuçların her zaman konuşma dilinden uzak bir üslupla kaleme alınmadığı günlerin bir ürünü olduğunu ileri sürmeyi tercih ediyorum.

Her halûkârda, daha önce de belirttiğim gibi, maddenin varlığı halinde uzay büküldüğünde ışığın da bükülmüş yollarda ilerlediği Genel Görelilik Kuramı'nın ilk önemli tahminiydi, Einstein'ın uluslararası bir üne kavuşmasını sağlayan da bu keşif olmuştu. Bu yüzden de (kısa süre önce anlaşıldığı üzere) Einstein'ın aslında Genel Görelilik Kuramı'nı tamamlamasından epey önce, 1912'de, astronomları fikirlerini sınamaya ikna edecek gözlenebilir bazı fenomenler ararken, esasen 1936'da Mandl'ın ricası üzerine yayınladığına benzer hesaplamalar gerçekleştirmiş olması herhalde kulağa pek de şaşırtıcı gelmiyor. 1912'de yaptığı hesaplamalarda, 1936'da kaleme aldığı makalede belirttiği sonuca, yani "bu fenomenin gözlenmesi şansı yüksek değildir" sonucuna vardığından herhalde, bu ilk çalışmasını yayınlama zahmetine hiç girmemişti. Aslına bakarsanız, defterlerinde her iki çalışmayı da incelediğimizde, aynı hesabı sonradan yaparken, ilk hesabı 24 yıl önce yaptığını hatırlamış olduğunu kesin bir dille söyleyemeyiz.

Einstein her iki çalışmasında da bir kütleçekim alanında ışığın kırılmasının, parlak bir nesnenin araya giren kütle dağılımının arkasında bulunması halinde, çeşitli yönlere giden ışık huzmelerinin, araya giren kütle dağılımının etrafında kırılıp yeniden birleşebileceği, tıpkı normal bir mercekten geçerken yaptıkları gibi ya asıl nesnenin büyük görünmesine yol açacakları ya da asıl nesnenin görüntüsünün bazıları çarpıtılmış olabilecek çok sayıda görüntüsünü ortaya çıkarabilecekleri anlamına gelebileceğini görmüştü. (Aşağıdaki şekle bakınız.)



Einstein uzaktaki bir yıldızın, arka planda araya giren bir yıldız yüzünden mercek etkisine maruz kalmasıyla ilgili tahminleri hesaplarken, bu etki o kadar küçük çıkmıştı ki kesinlikle ölçülemez gibi görünmüş, bu da onun yukarıda bahsettiğimiz satırları kaleme almasına, böyle bir olgunun gözlenmesinin ihtimal dışı olduğunu söylemesine neden olmuştu. Sonuçta Einstein makalesinin pratik değerinin çok az olduğu sonucuna vardı. *Science'*ın o zamanki editörüne yazdığı mektupta şöyle diyordu: "Bay Mandl'ın benden söküp çıkardığı bu küçük makalenin yayınlanmasında gösterdiğiniz işbirliğinden ötürü teşekkürlerimi kabul edin. Pek değeri yok, ama adamcağızı memnun edecek."

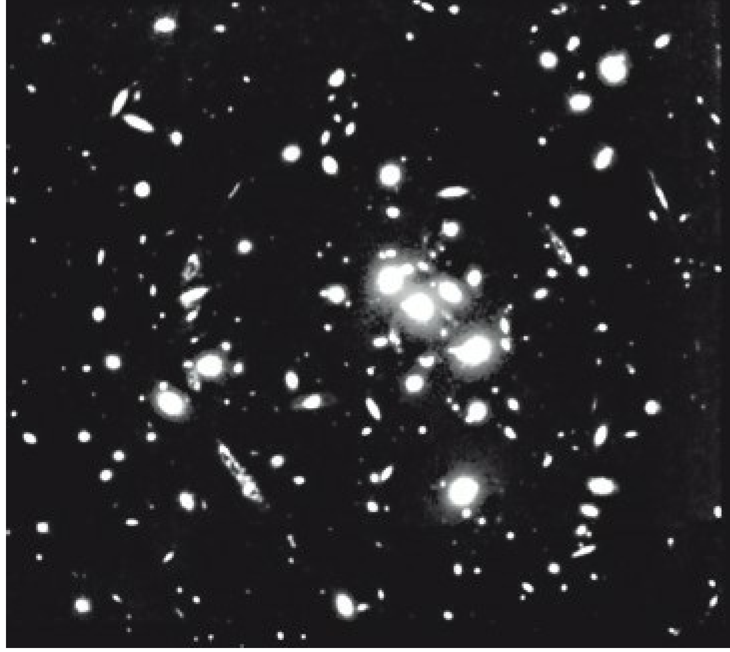
Gelgelelim Einstein bir astronom değildi, birinin Einstein'ın tahmin ettiği bu etkinin ölçülebilir olmakla kalmayıp yararlı olduğunu fark etmesi gerekiyordu. Yararı uzaktaki nesnelerin galaksiler, hatta galaksi toplulukları gibi çok daha büyük sistemler tarafından merceklenmesine uygulanmasından geliyordu, yıldızların yıldızları merceklemesine uygulanmasından değil. Einstein'ın yayınını izleyen birkaç ay içinde Caltech'in parlak astronomlarından Fritz Zwicky *The Physical Review*'da bu olgunun kesinlikle mümkün ve uygulanabilir olduğunu gösteren bir makale yayınladı. (Bu arada Einstein'ı da yıldızların değil galaksilerin olası mercekleme etkisini görmezden geldiği için alaşağı edivermiş oldu.)

Zwicky'nin çabucak parlayıveren bir mizacı vardı, ayrıca kendisi zamanının epeyce ilerisindeydi. Daha 1933'te Coma topluluğundaki galaksilerin göreli hareketlerini analiz etmiş, Newton'ın hareket yasalarını kullanarak galaksilerin birbirlerinden ayrılıp topluluğu bozacak kadar hızlı hareket ettiklerini belirlemiş, ancak toplulukta olduğundan 100 kat daha fazla kütle bulunmasının bunu engellediği, bu oranın yalnızca yıldızlarla açıklanamayacağı sonucuna varmıştı. Bu yüzden Zwicky'nin karanlık maddeyi keşfetmiş kişi olarak tanınması gerekir, ama o zaman bu keşfi o kadar dikkat çekici bulunmuştu ki çoğu astronom bu sonucun o kadar da egzotik olmayan bir açıklaması olabileceğini düşünmüştü.

Zwicky'nin 1937'de kaleme aldığı bir sayfalık makale de aynı ölçüde dikkat çekiciydi. Kütleçekimsel merceklemenin üç kullanımı olduğunu ileri sürüyordu: (1) Genel göreliliğin sınanması; (2) Araya giren galaksilerin, Dünya'daki teleskopların göremeyeceği kadar uzaktaki nesneleri büyütmeye yarayacak bir tür teleskop olarak kullanılması; (3) daha da önemlisi, galaksi topluluklarının neden görünen maddenin açıklayabildiğinden daha ağır göründükleri muammasıyla ilgili olarak şöyle diyordu: *"Işığın nebulaların etrafındaki kırılmalarının gözlenmesi nebula*

kütlelerini en doğrudan biçimde belirlemeyi, yukarıda belirtilen uyuşmazlığı aydınlatmayı sağlayabilir."

Zwicky'nin makalesinin üzerinden 74 yıl geçmiştir, ama bu satırlar kulağa, kütleçekimsel merceklemenin evrenin araştırılmasında kullanılması yönünde modern bir öneri gibi gelir. Yaptığı her öneri gerçekten de değerlendirilmiştir, aralarında en önemlisi de sonuncu önerisiydi. Araya giren galaksilerin, uzaktaki kuasarları kütleçekimsel merceklemesi ilk kez 1987'de gözlendi. 1998'de, Zwicky'nin kütleçekimsel merceklemeyi kullanarak nebulaları tartmayı önermesinden 61 yıl sonra da kütleçekimsel merceklemeyi kullanarak büyük bir galaksi topluluğunun kütlesi belirlendi.

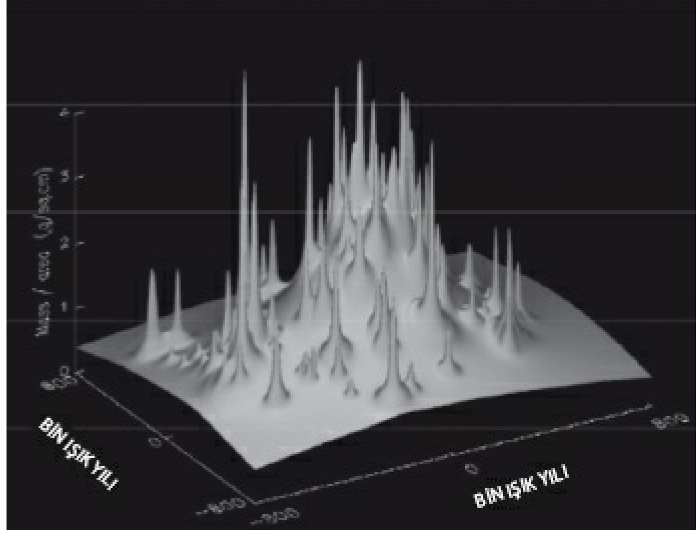


O yıl, fizikçi Tony Tyson ve meslektaşları, bugün artık hükmü kalmamış Bell Laboratuarları'nda (transistörün keşfinden kozmik mikrodalga ışınımının keşfedilmesine kadar soylu ve Nobelli büyük bilim geleneğinin taşıyıcısı olmuş bu kurumda) uzaklarda, yaklaşık 5 milyar ışık yılı uzakta bulunan, CL 0024+1654 gibi renkli bir ismi olan büyük bir galaksi topluluğunu gözlediler. Hubble uzay teleskopundan alınan bu güzel görüntüde bu topluluğun arkasında 5 milyar ışık yılı daha uzakta bulunan bir galaksinin çoğul görüntüsünü, genelde daha yuvarlak olan galaksilerin ortasında son derece çarpılmış ve uzun şekiller halinde görebiliriz.

Bu görüntüye bakmak insanın hayalgücünü besliyor. Öncelikle fotoğrafta gördüğünüz her nokta bir yıldız değil, bir galaksidir. Her galakside muhtemelen yüz milyar yıldız, bunların yanı sıra muhtemelen yüz milyarlarca yıldız, belki de uzun zaman önce kaybolup gitmiş medeniyetler vardır. Uzun zaman önce diyorum, çünkü bu görüntü 5 milyar yaşında. O ışık, bizim Güneş'imiz ve Dünya'mızın oluşmasından 500 milyon yıl önce salınmış. Fotoğrafta gördüğünüz yıldızların birçoğu artık yok, nükleer yakıtlarını milyarlarca yıl önce tüketmişler. Bunların da ötesinde çarpılmış görüntüler Zwicky'nin savunduğu şeyin mümkün olduğunu gösteriyor. Görüntünün merkezinin solunda kalan, çarpılmış büyük şekiller, aslında muhtemelen hiç görünmeyecek olan uzaktaki o galaksinin son derece büyütülmüş (ve uzamış) görüntüleri.

Bu görüntüden yola çıkıp galaksi topluluğunun kütlesel dağılımını belirlemeye çalışmak matematiksel olarak karmaşık bir iştir. Tyson, bunu başarabilmek için galaksi topluluğunun bir bilgisayar modelini çıkardı ve Genel Görelilik yasasını kullanarak topluluğun kaynağından gelen

ışınların izleyebileceği bütün farklı yolların izini sürdü, gözlemlerine en uygun düşen yolu bulana kadar da bu işlemi sürdürdü. Toz duman yatıştığında Tyson ve meslektaşları, ilk fotoğrafta görülen bu sistemde kütlenin tam olarak nerede bulunduğunu gösteren bir grafik elde ettiler.



CL 0024+1654 topluluğunda alan başına karanlık madde kütlesini gösteren, bilgisayarda hazırlanmış bir tablo. Dünyanın kütlesinden 300 milyon milyar kat daha büyük olan bu kütle kozmik serabın sorumlusudur. Toplulukta yer alan galaksiler kütle çıkıntıları olarak gösterilmiştir.

Bu grafikte bir tuhaflık vardır. Grafikteki çıkıntılar asıl fotoğrafta görünebilir olan galaksilerin yerlerine denk düşmektedir, ama sistemdeki kütlenin çoğu galaksilerin *arasında*, düz, karanlık bir dağılım içindedir. Aslına bakılırsa bu sistemde galaksilerin arasında, sistemde görünür maddenin içerdiğinin 40 katından fazla kütle vardır. (Etraflarındaki sıcak gaz kütlesinde görünebilir olan maddeyle birlikte yalnızca yıldızlarda olan kütleden 300 kat daha fazla kütle söz konusudur.) Açıktır ki karanlık madde galaksilerle sınırlanmış değildir, galaksi topluluklarının da yoğunluğunu belirler.

Benim gibi parçacık fizikçileri, karanlık maddenin galaksi topluluklarının kütlesini de belirlediğinin bulunmasına şaşırmadılar. Elimizde doğrudan bir kanıt bulunmasa da hepimiz karanlık madde miktarının düz bir evrene yol açmaya yetecek kadar olması gerektiğini umuyorduk, bu da evrende görünen maddenin 100 katını aşkın miktarda karanlık madde olması gerektiği anlamına geliyordu.

Nedeni de gayet basitti: Matematiksel bakımdan güzel olan yegane evren, düz bir evrendir. Neden mi? Dinleyin.

Karanlık maddenin toplam miktarı düz bir evren yaratmaya yeterli olsa da olmasa da kütleçekimsel merceklemeyle elde edilene benzer gözlemler ve astronominin başka alanlarında yapılan daha yakın tarihli gözlemler, galaksiler ve topluluklarda bulunan toplam karanlık madde miktarının Büyük Patlama Nükleosenteziyle ilgili hesaplamaların mümkün gördüğü miktarı çok çok aştığını doğrulamıştır. (Bu arada hatırlatayım: Kütleçekimsel mercekleme uzayın ağır nesneler etrafında bölgesel olarak bükülmesinden kaynaklanır. Evrenin düzlüğü ise ağır nesnelerin etrafındaki bölgesel kıvrılmaları dikkate almaz, uzayın genel ortalama bükülme şeklini ifade eder.) Karanlık maddenin (galaksilerden galaksi topluluklarına varıncaya kadar birçok farklı astrofiziksel bağlamda bağımsız olarak tespit edilmiş olduğunu tekrarlayayım) yepyeni bir şeyden, normalde Dünya'da bulunmayan bir şeyden oluştuğundan artık emin sayılırız. Bu şey her neyse, yıldızların maddesi değildir, Dünya'nın maddesi de değildir! Ama bir şeydir!

Galaksimizdeki karanlık maddeyle ilgili bu ilk çıkarımlar, yepyeni bir deneysel fizik alanı doğurmuştur, bu gelişmede kendimin de rolü olduğunu belirtmekten mutluluk duyuyorum. Yukarıda

belirttiğim üzere karanlık madde parçacıkları her tarafımızdadırlar. Bu satırları yazdığım odanın içinde oldukları gibi, "dışarda", uzayda da bulunmaktadırlar. Dolayısıyla karanlık maddeyi ve onu oluşturan yeni tür temel parçacığı aramak için deneyler gerçekleştirebiliyoruz.

Bu deneyler madenlerde, yerin altındaki tünellerde gerçekleştiriliyor. Neden yeraltında peki? Çünkü Dünya'nın yüzeyinde Güneş'ten ve çok daha uzaktaki nesnelerden gelen her tür kozmik ışına sürekli maruz kalıyoruz. Karanlık madde niteliği gereği elektromanyetik bir etkileşime girip ışık üretmediğinden, normal maddeyle girdiği etkileşimlerin son derece zayıf olduğunu, bu yüzden de onu tespit etmenin son derece zor olduğunu varsayıyoruz. Her gün milyonlarca karanlık madde parçacığının bombardımanına uğruyor olsak da çoğu bizim burada olduğumuzu "bilmeden", biz fark etmeksizin içimizden ve Dünya'nın içinden geçip gidecektir. Dolayısıyla bu kuralın çok nadir olan istisnalarının etkilerini, madde atomlarına çarpıp sıçrayan karanlık madde parçacıklarını tespit etmek istiyorsanız çok nadir gerçekleşen olayları tespit etmeye hazırlıklı olmanız gerekir. Bunun en başta ilkesel olarak mümkün olabilmesi için kozmik ışınlardan yeterince korunduğunuz tek yer yeraltıdır.

Gelgelelim ben bu satırları kaleme alırken aynı derecede heyecan verici bir imkan doğuyor. İsviçre'nin Cenevre kentindeki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı, dünyanın en büyük ve en güçlü parçacık hızlandırıcısı kısa süre önce çalışmaya başladı. Fakat bu aygıtın içinde protonların birbirleriyle çarpıştırıldığı çok yüksek enerjilerde evrenin ilk anlarına benzer koşulların, yalnızca mikroskopla görülebilecek kadar küçük alanlarda dahi olsa yeniden yaratılacağına inanmak için birçok nedenimiz var. Bu gibi alanlarda evrenin ilk anlarında karanlık maddeyi ortaya çıkarmış etkileşimler bu kez laboratuar ortamında gerçekleşebilir! İşte bu yüzden büyük bir yarış var. Karanlık madde parçacıklarını ilk kim tespit edecek? Yeraltındaki deneyleri yürüten bilim insanları mı yoksa Büyük Hadron Çarpıştırıcısı deneyini yürüten bilim insanları mı? Ama haberler iyi, yarışı hangi grup kazanırsa kazansın, kaybeden olmayacak. Nihai madde parçacığının aslında ne olduğunu öğrenerek hepimiz kazanacağız.

Bahsettiğim astrofiziksel ölçümler, karanlık maddenin kimliğini açıklamasa da miktarının ne kadar olduğunu söylüyor. Yukarıda anlattığıma benzer kütleçekimsel mercekleme ölçümleri sonucu elde edilen güzel çıkarımların yanı sıra galaksi topluluklarında X ışınlarının gözlemlenmesiyle evrendeki toplam madde miktarına dair doğrudan son bir belirleme çalışması yapıldı. Toplulukların toplam kütlelerine ilişkin bağımsız tahminlerde bulunmak mümkündür, çünkü X ışını üreten galaksi topluluklarındaki gazın ısısı bu gazları salan sistemin toplam kütlesiyle ilişkilidir. Elde edilen sonuçlar biz bilim insanlarının birçoğu için şaşırtıcıydı, biraz önce çıtlattığım üzere tam bir hayalkırıklığıydı. Çünkü kelimenin hem tam anlamıyla hem metaforik anlamıyla toz duman yatıştığında, galaksilerin ve galaksi topluluklarının içindeki ve çevresindeki toplam kütlenin, bugün düz bir evrene yol açması gereken toplam kütle miktarının ancak yüzde 30'una denk geldiği belirlendi. (Dikkat edin, bu miktar görünen maddenin açıklayabileceği kütle miktarının 40 katından fazladır, görünen madde düz bir evren için gerekli kütle miktarının yüzde 1'inden daha azını oluşturmaktadır.)

Einstein, yaptığı "küçük yayın"ın yararsızlıkla uzaktan yakından bir alakası olmadığını görse şaşardı. Einstein'ın bükülmüş uzaya doğru attığı o küçük adım, kozmosa yeni pencereler açan dikkat çekici yeni deneysel ve gözlemsel aygıtlarla, onu hayranlığa ve memnuniyete boğacak yeni kuramsal gelişmelerle, muhtemelen tansiyonunu yükseltecek karanlık maddenin keşfiyle tamamlanarak dev bir sıçramaya dönüştü. 1990'ların başına gelindiğinde kozmolojinin kutsal kasesine ulaşıldığı açıklık kazanmıştı. Gözlemler açık bir evrende, bu yüzden sonsuza kadar genişleyecek bir evrende

yaşadığımızı ortaya koymuştu. Öyle miydi acaba?

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ZAMANIN BAŞLANGICINDAN

GELEN IŞIK

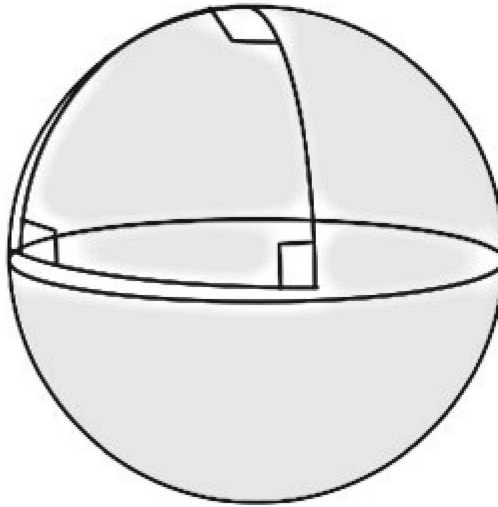
Başlangıçta ve şimdi olduğu, her zaman olacağı gibi.

Gloria Patri

Durup düşünürseniz, evrenin net eğimini, içindeki toplam kütleyi ölçüp sonra genel görelilik denklemlerinin yardımıyla geriye doğru yürüyerek belirlemeye çalışmanın çok büyük sorunlar çıkardığını görürsünüz. Kaçınılmazdır, maddenin keşfedemeyeceğimiz biçimlerde gizlenmiş olup olmadığını merak etmeniz gerekir. Örneğin, galaksiler ve galaksi toplulukları gibi görünür sistemlerin kütleçekim dinamiklerini kullanarak yalnızca bu sistemler içinde madde olup olmadığını araştırabiliriz. Eğer ciddi oranda bir kütle bir şekilde başka bir yerde bulunuyorsa onu gözden kaçıracağız demektir. Görünen bütün evrenin geometrisini doğrudan ölçmeye çalışmak çok daha iyi olabilir.

İyi de görünen evrenin tamamının üç boyutlu geometrisini nasıl ölçeceksiniz? Basit bir soruyla başlayalım, daha kolay olur: Dünya'nın etrafında dolaşmazsanız ya da bir uyduyla yukarıyla çıkıp aşağıya bakmazsanız Dünya'nın yüzeyi gibi iki boyutlu bir nesnenin kıvrılmış olduğunu nasıl belirlersiniz?

Öncelikle bir lise öğrencisine "Bir üçgenin iç açılarının toplamı nedir?" diye sorabilirsiniz. (Yalnız lise seçiminde dikkatli olun, bir Avrupa lisesi olsa iyi olur.) "180 derece" yanıtını alırsınız, çünkü öğrenci hiç kuşkusuz Öklit geometrisi öğrenmiştir. Bir küreninki gibi bükülmüş iki boyutlu bir yüzeyde iç açılarının toplamı 180 dereceyi çok aşan bir üçgen çizebilirsiniz. Söz gelimi aşağıda gösterdiğimiz gibi, ekvator boyunca bir doğru çizdiğinizi, sonra bir dik açıyla kuzey kutbuna çıktığınızı, sonra yine bir dik açıyla ekvatora indiğinizi düşünün. Üç kere doksan iki yüz yetmiş eder, yüz seksen dereceden epey büyüktür. Buyrun buradan yakın!



Öyle anlaşılıyor ki bu basit, iki boyutlu düşünme biçimi doğrudan ve benzer biçimde üç boyuta da taşınabilir, çünkü düz olmayan ya da yaygın deyişle Öklit dışı geometrileri ilk öneren matematikçiler aynı olasılıkların üç boyutta da var olabileceğini fark etmişlerdi. Aslında 19. yüzyılın en ünlü matematikçisi Carl Friedrich Gauss, evrenimizin bükülmüş olması olasılığının büyüsüne kendisini o kadar kaptırmıştı ki 1820'ler ve 1830'larda jeodetik araştırma haritalarından veriler alarak

Hohenhagen, Inselberg ve Brocken dağlarının zirveleri arasında çizilen büyük üçgenleri ölçerek uzayda herhangi bir bükülme belirleyip belirleyemeyeceğini anlamaya çalışmıştı. Elbette ki dağlar Dünya'nın kıvrımlı yüzeyinde bulunduğundan, Dünya yüzeyinin iki boyutlu bükülmesi, Dünya'nın yer aldığı arka plandaki üç boyutlu uzayın eğimini araştırmak için gerçekleştirilen ölçümü bulandırır, Gauss'un bunu biliyor olması gerekirdi. Sanırım Gauss, böyle bir etkiyi elde ettiği nihai sonuçtan çıkarmayı, bu çıkarma işleminden sonra geride kalması olası bir eğimin arka plandaki uzayın eğimine atfedilip edilemeyeceğini görmeyi tasarlamıştı.

Uzayın eğimini kesin olarak ölçmeye çalışan ilk kişi, uzak bir diyarda, *Rusya'nın Kazan şehrinde yaşamış olan Nikolay İvanoviç Lobaçevski*'ydi. Lobaçevski, Gauss'un tersine, "hiperbolik" olarak bilinen, paralel doğruların birleşebileceği eğimli geometrilerin mümkün olabileceğini matbu olarak ileri sürebilme cesaretini göstermiş iki matematikçiden biriydi. Dikkat çekicidir, Lobaçevski (bugün "negatif eğimli" ya da "açık" evrenler dediğimiz) hiperbolik geometriyle ilgili çalışmalarını 1830'da yayınlamıştı.

Lobaçevski, bundan kısa bir süre sonra, bizim üç boyutlu evrenimizin de hiperbolik olup olamayacağını değerlendirirken de "sorunun deneysel bir çözümünü geliştirmek için yıldızların oluşturduğu bir üçgeni inceleme"nin mümkün olabileceğini ileri sürmüştü. Dünya Güneş'in etrafındaki yörüngesinde Güneş'in sağına ve soluna geçtiğinde, altı ay arayla, parlak Sirius yıldızının gözlenmesini önermişti. Bu gözlemler sonrasında da evrenimizdeki herhangi bir eğimin Dünya'nın yörüngesinin yarıçapından *en az* 166.000 kat daha fazla olması gerektiği sonucuna varmıştı.

Bu biraz büyük bir rakamdır, ama kozmik ölçekte önemsiz denecek kadar küçüktür. Maalesef Lobaçevski'nin fikri doğru olsa da kendisi zamanının teknolojisiyle sınırlıydı. Ama ondan yüz elli yıl sonra bugün, kozmoloji alanındaki en önemli gözlemler, yani Kozmik Mikrodalga Geriplan Işınımı ölçümleri sayesinde işler artık değişmiş ve gelişmiş bulunuyor.

Kozmik Mikrodalga Geriplan Işınımı Büyük Patlama sonrasındaki ışıktan başka bir şey değildir. Gerek duyulması halinde, Büyük Patlama'nın gerçekten olduğuna dair doğrudan bir kanıt sunar, çünkü içinden bugün gördüğümüz yapıların doğduğu çok genç, sıcak evrenimize doğrudan bakıp onun niteliklerini belirleyebilmemizi mümkün kılar.

Kozmik Mikrodalga Geriplan Işınımı'yla ilgili birçok ilgi çekici şeyden biri de New Jersey'de, aslında ne aradıklarına dair en ufak bir fikirleri bile olmayan iki bilim insanı tarafından keşfedilmiş olmasıdır. Bir başka şey de onlarca yıl gayet gözlenebilir bir biçimde, tabir-i caizse burnumuzun dibinde durmuş, ama tümüyle gözden kaçırılmış olmasıdır. Aslına bakarsanız farkında olmaksızın bu ışınımın etkilerini görmüş olacak kadar yaşlısınızdır belki; kablolu televizyon öncesindeki devirleri, kanalların yayınlarını gece yarısı sona erdirdikleri, bütün gece bilgilendirici reklamlar sunmadıkları zamanları görmüşsünüzdür. O zamanlar televizyon kanallarında bir deneme yayını görüntüsü çıktıktan sonra ekranda bir cızırtı oluşurdu. İşte televizyon ekranında gördüğünüz o cızırtının yüzde 1'i Büyük Patlama'dan kalma ışınımdı!

Kozmik Mikrodalga Geri Plan Işınımı'nın kaynağı nispeten daha doğrudandır. Evrenin sonlu bir yaşı olduğundan (13,72 milyar yaşındaydı, hatırlayalım), baktığımız nesne ne kadar uzak olursa zamanda o kadar uzağa bakıyor oluruz (çünkü ışığın bu nesnelerden bize ulaşması daha fazla zaman alır). Yeterince uzağa bakarsak Büyük Patlama'nın ta kendisini görebileceğimizi düşünebilirsiniz. Prensipte bu imkansız değildir, ama pratikte bizimle bu ilk zamanlar arasında bir duvar vardır. Bu

satırları yazdığım odanın duvarları gibi fiziksel bir duvar değil, ama büyük ölçüde aynı etkiye sahip bir duvar.

Odamdaki duvarların ardını göremem, çünkü mattırlar. Işığı emerler. Şimdi, zamanda daha da gerilere bakarken, daha genç, aynı zamanda daha sıcak bir evrene bakarım, çünkü evren Büyük Patlama'dan bu yana soğuyor. Zamanda yeterince geriye, evrenin yaklaşık 300.000 yaşında olduğu zamanlara bakarsam evrenin ısısının yaklaşık 3000 derece (Kelvin) olduğunu görürüm. Bu ısıda ortamdaki ışınım o kadar enerjiktir ki evrende en fazla bulunan atomları, hidrojen atomlarını protonlar ve elektronlar olarak bileşenlerine ayırabilir. Bu tarihten önce nötral madde bulunmuyordu. Evrendeki bütün madde ışınımla etkileşim içine giren yüklü parçacıklardan yoğun bir "plazma" oluşturuyordu.

Gelgelelim bir plazma ışınım geçirmez. Plazmanın içindeki yüklü parçacıklar fotonları emer ve onları yeniden salarlar, bu yüzden de ışınım böyle bir maddenin içinden kesintiye uğramaksızın geçemez. Sonuçta, zamanda geriye bakmaya çalışırken, evrendeki maddenin büyük ölçüde böyle bir plazmadan oluştuğu zamanın ötesini göremem.

İşte bu yüzden o duvar odamın duvarları gibi bir duvardır. Odamın duvarlarını, yüzeylerindeki atomların elektronları çalışma masamın üstündeki lambanın ışığını emdikleri, sonra yeniden saldıkları, benimle duvarlar arasındaki hava şeffaf olduğu için görebilirim. Sırf bu yüzden duvarın ışık salan yüzeyinin tamamını görebilirim. Evrende de aynı şey geçerlidir. Evrene baktığımda görüşüm ancak "o son yayılmış yüzeye", evrenin nötral hale geldiği, protonlar ile elektronların birleşerek nötr atomları oluşturduğu noktaya kadar uzanır. O noktadan sonra, evren büyük ölçüde ışınım geçirir hale gelir ve artık evrendeki madde nötral olduğundan elektronların emip yeniden saldığı ışınımı görebilirim.

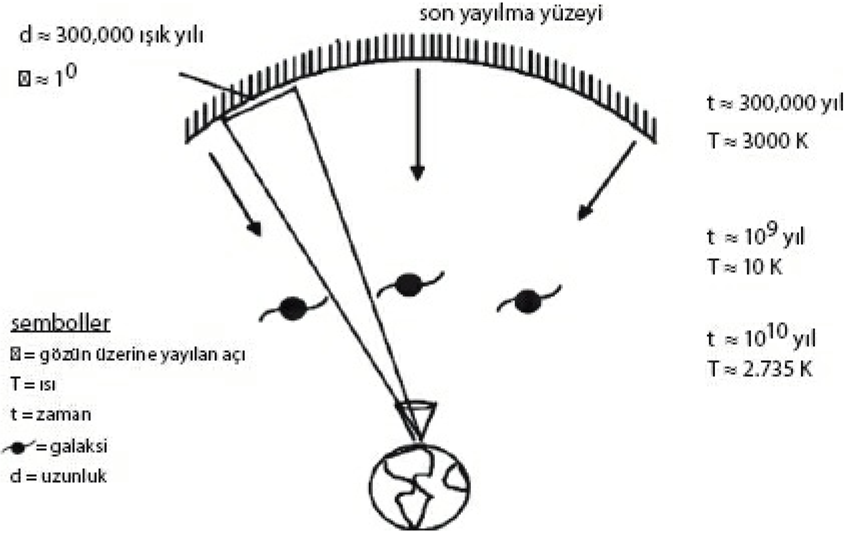
Bu "son yayılmış yüzey"den her yönden bana doğru ışınım gelmesi gerektiği, evrene dair çizilen Büyük Patlama tablosunun bir *tahminidir.* Evren o zamandan bu yana yaklaşık 1000 kat genişlediği için, ışınım bize doğru gelirken soğumuştur, bu yüzden de artık mutlak sıfırın üç derece altındadır. Bahtsız iki bilim insanının 1965'te New Jersey'de keşfettiği, daha sonra onlara Nobel Ödülü getiren sinyalin ta kendisidir bu.

Aslına bakarsanız Kozmik Mikrodalga Geri Plan Işınımı'yla ilgili gözlemlere kısa süre önce ikinci bir Nobel Ödülü verildi, gayet de haklı bir ödüldü. "Son yayılmış yüzey"in yüzeyinin bir fotoğrafını çekebilirsek, elimizde yalnızca 300.000 yaşında yeni doğmuş bir evrenin resmi olur. Bir gün çökerek galaksileri, yıldızları, gezegenleri, uzaylıları, başka her şeyi oluşturacak bütün yapıları görebiliriz. Daha da önemlisi bu yapılar, muhtemelen Büyük Patlama'nın ilk anlarındaki ilginç süreçlerin madde ve enerjide yarattığı ilk küçük titreşimlerin temel niteliklerini ve kaynaklarını gölgelemesi olası sonraki bütün o dinamik evrimden etkilenmemiş olacaktır.

Ne var ki amaçlarımız açısından en önemlisi şudur: Bu yüzeyde zamanın kendisinden başka hiçbir şeyin damgasını vurmadığı karakteristik bir ölçek olacaktır. Bunu şu şekilde anlayabiliriz: Son yayılmış yüzey üzerinde, Dünya'dan bakan bir gözlemcinin gördüğü yaklaşık 1 derecelik bir mesafe, yaklaşık 300.000 ışık yılına tekabül edecektir. Şimdi, son yayılmış yüzey, evrenin yaklaşık 300.000 yaşında olduğu bir zamanı yansıttığından ve Einstein da bize uzayda hiçbir bilginin ışık hızından daha hızlı yol alamayacağını söylediğinden dolayı, demek oluyor ki bir yerden gelen bir sinyal, bu yüzeyde o sırada, yaklaşık 300.000 ışık yılından hızlı yol alamaz.

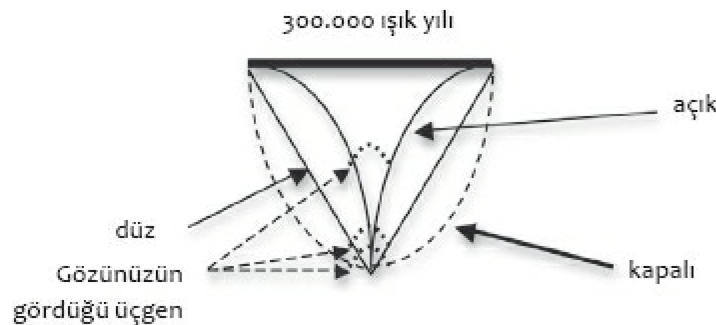
Şimdi 300.000 ışık yılının kapsadığı mesafeden daha küçük bir madde bütünü düşünelim. Böyle bir bütün kendi kütleçekiminden dolayı çökecektir. Ama 300.000 ışık yılının kapsadığı mesafeden daha büyük bir madde bütünü çökmeye bile başlamayacaktır, çünkü henüz bir madde bütünü olduğunu "bilmiyordur." Işık hızında yol alan kütleçekim, bu madde bütününün tamamında yol almış olamaz. Bu yüzden tıpkı Road Runner çizgi filminde koşarken bir uçurumun tepesinde havada asılı kalan Wiley Coyote gibi bu madde bütünü de orada kalakalacak, evrenin kendisinin çökmesine izin verecek kadar yaşlanmasını bekleyecektir!

Bu durum ortaya bir üçgen çıkarır: Üçgenin bir kenarı 300.000 ışık yılı uzunluğundadır, aşağıda görüldüğü üzere, bizimle son yayılmış yüzey arasındaki mesafenin belirlediği bir uzunluktur bu:



Çoktan çökmeye başlamış, çökerlerken mikrodalga geriplan yüzeyinin görüntüsünün üzerinde sıcak lekeler oluşturan en büyük madde yığınları üçgenin 300.000 ışık yılı uzunluğundaki kenarını kapsayacaktır. Eğer bu yüzeyin o zaman göründüğü haliyle bir görüntüsünü elde edebilirsek bu gibi sıcak lekelerin, aldığımız görüntüdeki ortalama olarak en büyük önemli madde yığınları olmalarını bekleyebiliriz.

Ne var ki bu 300.000 ışık yılı uzunluğunun tam olarak 1 dereceye denk gelip gelmemesi aslına bakarsanız evrenin geometrisine bağlıdır. Düz bir evrende ışık huzmeleri doğrular halinde yol alır. Ama açık bir evrende ışık huzmeleri, zamanda geriye doğru izlendiklerinde dışa doğru bükülür. Kapalı bir evrendeyse ışık huzmeleri zamanda geriye doğru izlendiklerinde birleşir. Dolayısıyla son yayılmış yüzey üzerinde bulunan, bir kenarı 300.000 ışık yılı uzunluğunda bir mesafeyi kapsayan üçgen aşağıda görüldüğü üzere evrenin geometrisine dayanmaktadır:



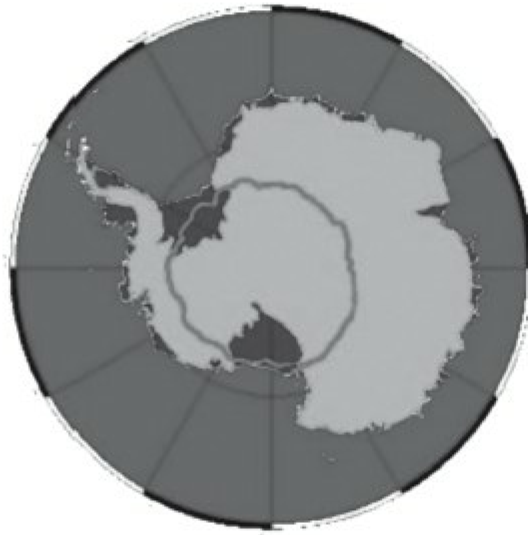
Bu evrenin geometrisinin doğrudan, temiz bir sınanmasıdır. Mikrodalga geri plan ışınımının görüntüsündeki en büyük sıcak lekeler ya da soğuk lekelerin büyüklüğü nedenselliğe (kütleçekimin

yalnızca ışık hızında yol alabileceği, bu yüzden de o sırada çökmüş olabilecek en büyük bölgenin, bir ışık huzmesinin o sırada almış olabileceği en uzun mesafeyle belirleneceği gerçeğine) bağlı olduğundan, bizden sabit bir uzaklıktaki sabit bir uzunluğun oluşturduğu, gördüğümüz açının evrenin eğimiyle belirlenecek olması yüzünden son yayılmış yüzeyin basit bir tablosu bize uzay-zamanın geometrisini verebilir!

Böyle bir gözlemde bulunma yolundaki ilk deney, Antarktika'da 1997'de yapılan, yerle bağlantılı bir balonun kullanıldığı BOOMERANG deneyiydi. BOOMERANG Balloon Observations of Millimetric Extragalactic Radiation and Geophysics'in (Balonla Galaksi Dışı Milimetrik Işınım ve Jeofizik Gözlemleri) kısaltması olsa da, deneye bu ismin verilmesinin asıl nedeni daha basitti. Yükseklere çıkacak balona, aşağıda görüldüğü üzere bir mikrodalga radyometresi bağlanmıştı.



Daha sonra bu balon Dünya'nın etrafını dolaştı, Antarktika'da bunu yapmak kolaydır. Gerçekten de Güney Kutbu'nda bunu yapmak kolaydır, çünkü bir daire çizersiniz olur biter. Ama McMurdo İstasyonu'ndan başlayan, kıtanın çevresindeki bu seyahat, kutup rüzgarlarının yardımıyla iki hafta sürdü ve nihayetinde aygıt başlangıç noktasına geri döndü, işte bu yüzden de deneye bumerang adı verildi.



Bu balon seyahatinin amacı basitti. Mutlak sıfırın üç derece üstünde bir ısı yansıtan mikrodalga geri plan ışınımının Dünya üzerindeki daha sıcak maddelerle (Antarktika'da bile ısı, Kozmik Mikrodalga Geri Plan Işınımı'nın ısısından iki yüz dereceden fazla sıcaktır) kirlenmemiş bir görüntüsünü almak için yerden olabildiğince yükselmek, hatta Dünya atmosferinin büyük bölümünün üstüne çıkmak istedik. İdeali bu amaç için uydu kullanmaktır, ama yükseklere çıkabilen balonlar da daha az maliyete aynı işin büyük bölümünü görür.

Her neyse, iki hafta sonra BOOMERANG mikrodalga göğünün küçük bir bölümünü kapsayan, son yayılmış yüzeyden gelen radyasyon örüntüsündeki sıcak ve soğuk lekeleri gösteren bir resimle döndü. Aşağıda BOOMERANG deneyinde gözlenen bölgenin bir görüntüsünü, deneyin ilk fotosunun üzerine bindirilmiş halde görüyorsunuz.

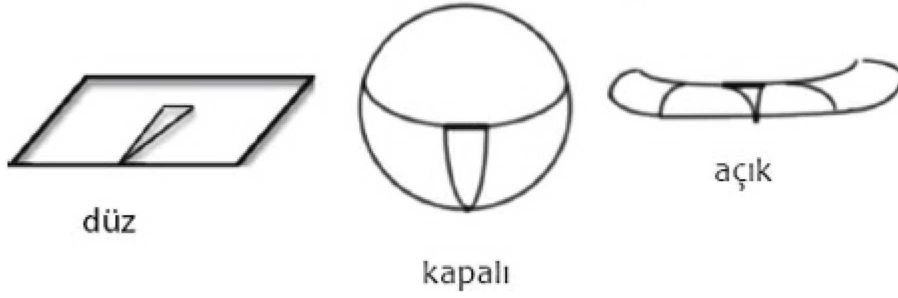


Bu görüntü beni ilgilendirdiği kadarıyla iki amaca hizmet ediyor. Öncelikle, BOOMERANG'ın gördüğü kadarıyla, gökyüzündeki sıcak ve soğuk lekelerin gerçek fiziksel ölçeğini kıyaslama amacıyla öndeki görüntülerle birlikte veriyor. Ama kozmik miyopluğumuz diyebileceğimiz başka bir önemli şeyi de aydınlatıyor. Güneşli bir günde başımızı kaldırıp havaya baktığımızda, deneyin ilk fotoğrafında olduğu gibi mavi bir gökyüzü görürüz. Ama bunun nedeni, görünebilir ışığı görecek şekilde evrilmiş olmamızdır. Bu şekilde evrilmemizin kuşkusuz iki nedeni vardır: Hem Güneş'imizin yüzeyinden gelen ışık görünebilir bölgede zirveye ulaşır hem de başka ışığın başka birçok dalgaboyu atmosferimizde emilir, Dünya'nın yüzeyine ulaşamaz. (Şansımıza öyledir, çünkü bu ışınımın büyük bir bölümü zararlı olabilirdi.) Oysa mikrodalga radyasyonunu "görebilecek" şekilde evrilmiş olsaydık, gece de gündüz de, doğrudan Güneş'e bakmadığımız sürece gökyüzünde doğrudan 13 milyar ışık yılından daha uzakta olan son yayılmış yüzeyin bir görüntüsünü görecektik. BOOMERANG detektörünün getirdiği "görüntü" buydu işte.

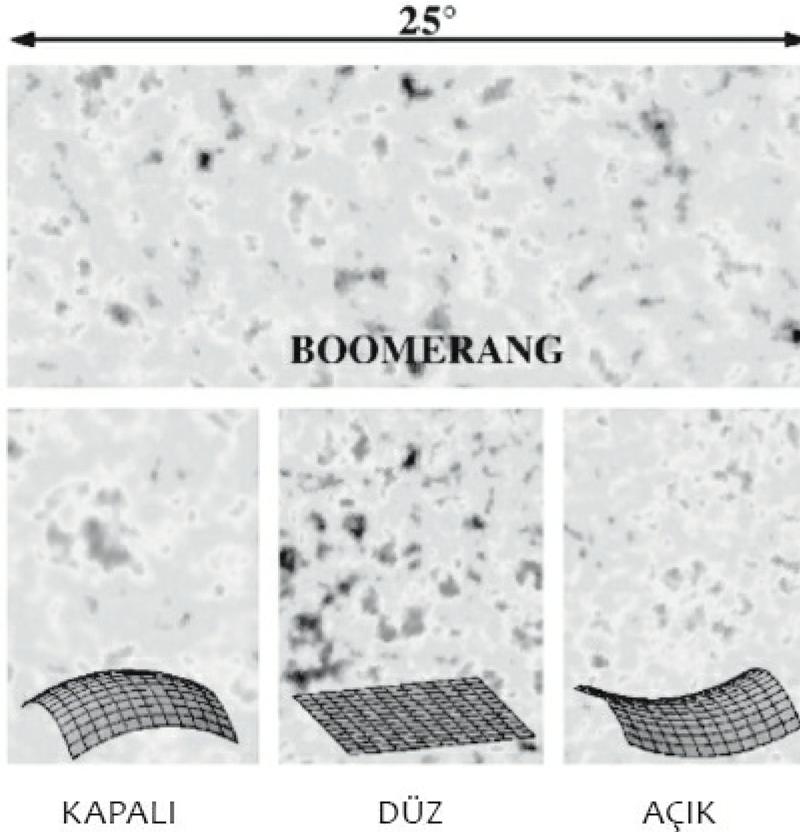
BOOMERANG'ın bu görüntünün alındığı ilk uçuşu gerçekten de talihli bir uçuş olmuştu. Antarktika tekinsiz, ne zaman neyin geleceğini bilemediğiniz bir ortamdır. Daha sonra 2003'te yapılan bir uçuşta, balonda çıkan bir sorun, üstüne bir de bir fırtınanın patlak vermesi yüzünden deneyin elden gitmesine ramak kalmıştı. Durumu kurtarmak için balonun yerle bağlantısının kesilmesine karar verilmiş, balon ulaşılamaz bir yere uçup gittikten sonra bir arama-kurtarma ekibi onu Antarktika düzlüklerinde bulmuş, bilimsel veriler içeren bu basınçlı aracı kurtarmıştı.

BOOMERANG'ın getirdiği görüntüyü yorumlamaya geçmeden önce, bu görüntünün kaydettiği sıcak ve soğuk lekelerin gerçek fiziksel boyutlarının son yayılmış yüzeyle ilişkili basit fiziğin kullanılmasıyla sabit olarak belirlendiğini, görüntüdeki lekelerin *ölçülen* boyutlarının ise evrenin

geometrisinden kaynaklandığını bir kez daha vurgulamak istiyorum. İki boyutlu basit bir analoji bu sonucu biraz daha açıklamamıza yardımcı olabilir: İki boyutta, kapalı bir geometri bir kürenin yüzeyine benzer, açık bir geometriyse bir eğerin yüzeyine. Bu yüzeyler üzerine bir üçgen çizersek anlattığım etkiyi düz doğruların kürenin üzerinde birleşmeleri, eğerin üzerinde birbirinden ayrılmaları, düz bir yüzeydeyse tabii ki düz olarak kalmaları şeklinde gözleriz:



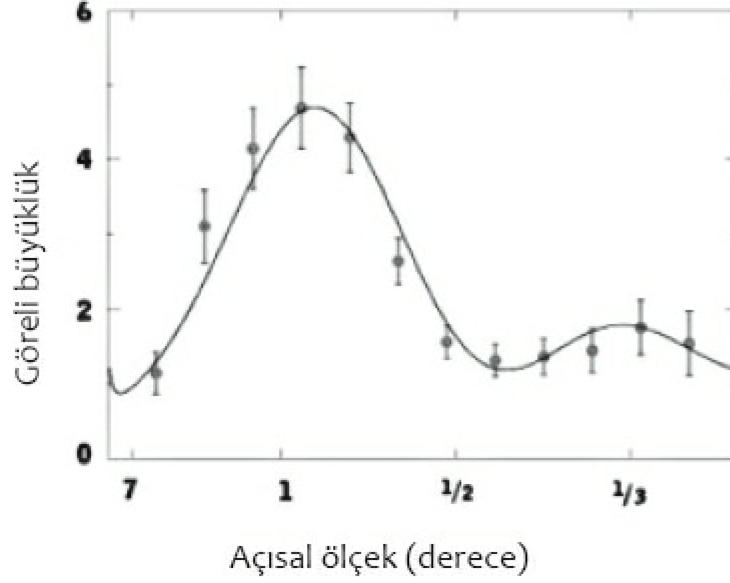
Bu yüzden şimdi milyon dolarlık soru şudur: BOOMERANG'ın getirdiği görüntüdeki sıcak ve soğuk lekeler ne kadar *büyüktür*? BOOMERANG ekibi bu soruyu cevaplamak için bilgisayarlarında sıcak ve soğuk lekelerin açık, kapalı ve düz evrenlerde görülebilecekleri şekilde simüle edilmiş birkaç görüntüsünü hazırladı ve bu görüntüleri asıl mikrodalga göğünün (yine yanlış renkli) bir görüntüsüyle karşılaştırdı:



Aşağıda, solda simüle edilmiş kapalı bir evrene ait görüntüyü incelerseniz ortalama lekelerin asıl görüntüdekinden büyük olduğunu görürsünüz. Sağdaysa ortalama leke büyüklüğü daha küçüktür. Ama simüle edilmiş düz bir evreni yansıtan ortadaki görüntüde ise lekeler neredeyse aslının aynısıdır. Kuramcıların umut ettikleri matematiksel olarak güzel evren, galaksi topluluklarının tartılmasına dayalı tahminlerle kuvvetle çelişmesine rağmen bu gözlemle doğrulanmış gibi görünüyordu.

Aslına bakarsanız evrenin düz olmasını öngören tahminlerle BOOMERANG'ın aldığı görüntü

arasındaki uyuşma fena halde şaşırtıcıdır. BOOMERANG ekibi alınan görüntüdeki lekeleri inceleyerek ve son yayılmış yüzeyin bu görüntüyü yansıttığı zamanda ciddi biçimde içe çökmesine daha vakit olan en büyük lekeleri arayarak şöyle bir grafik hazırlamıştır:



Veriler nokta halinde gösterilmiştir. Grafikteki doğru evrenin düz olmasına ilişkin tahminleri yansıtır, en büyük leke ise 1 derece yakınlarında görülmektedir!

BOOMERANG deneyinin sonuçlarının yayınlanmasından bu yana geçen zaman içinde NASA mikrodalga geri plan ışınımının incelenmesi amacıyla çok daha duyarlı bir uydu incelemesi başlattı: Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP / Wilkinson Mikrodalga Anizotropi Araştırması). Princeton Üniversitesi'nde çalışmış, Bell Laboratuvarları'nın fizikçileri onları atlatmasa Kozmik Mikrodalga Geri Plan Işınımı'nı keşfetmiş olacak Princetonlı fizikçilerden biri olan fizikçi David Wilkinson'ın adını taşıyan bu proje Haziran 2001'de başlatıldı. Uydu Dünya'dan 1,5 milyon mil uzağa, mikrodalga göğünü güneş ışınlarından uzak bir şekilde izleyebileceği bir mesafeye yerleştirildi. Yedi yıl boyunca mikrodalga göğünün tamamının (altındaki Dünya'nın varlığına uyması gereken BOOMERANG gibi bir kısmının değil) görüntülerini şimdiye kadar olmadığı kadar büyük bir kesinlikle aldı.



Burada mikrodalga göğünün tamamı bir düzleme yansıtılmıştır, tıpkı bir kürenin yüzeyini düz bir haritaya yansıtabildiğimiz gibi. Bizim galaksimizin bulunduğu düzlem, bu haritada ekvatordadır. Galaksimizin bulunduğu düzlemin 90 derece üzeri bu haritanın Kuzey Kutbu, 90 derece altı ise haritanın Güney Kutbu'dur. Ne var ki yalnızca son yayılmış yüzeyden gelen ışınımın gösterilebilmesi

için galaksimizin görüntüsü bu haritadan çıkarılmıştır.

Bu gibi incelikli verilerle evrenin geometrisine ilişkin daha kesin bir tahmin geliştirilebilir. BOOMERANG görüntüsünde gördüğümüze benzer bir WMAP görüntüsü, yüzde 1'e yaklaşan bir hata payıyla düz bir evrende yaşadığımızı doğrulamaktadır! Kuramcıların beklentileri haklıdır. Ama bu sonuçla, daha önceki bölümde anlattığım sonuç arasında belirgin bir tutarsızlık olmasını görmezden gelemeyiz. Galaksilerin ve galaksi topluluklarının kütlelerini ölçerek evreni tarttığımızda, evrenin düz olması için gerekli kütle miktarından üç kat daha az bir değere ulaşıyoruz. Bir şeyin artması gerekiyor!

Kuramcılar evrenin düz olduğuna ilişkin tahminlerinden dolayı birbirlerinin sırtını sıvazlıyadursunlar, hiç kimse doğanın, evrenin geometrisine ilişkin tahminlerde, kütlenin ölçülmesi ile eğimin doğrudan ölçülmesi arasında ortaya çıkan çelişkiyi çözecek bir sürpriz yapmasına hazır değildi. Öyle anlaşıldı ki evrenin düz olması için gereken, ama ortada görünmeyen enerji kelimenin tam anlamıyla burnumuzun dibine gizlenmişti.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KURU GÜRÜLTÜ

Daha azı daha çoktur.

Anonim

Bir adım ileri, iki adım geri gidiyorduk; ya da evreni kavramaya, kesin bir biçimde tanımlamaya yönelik araştırmalarımız böyle gidiyormuş gibi görünüyordu. Gözlemler sonunda evrenimizin eğimini kesin olarak belirlemiş (bu süreçte uzun zamandır varlığını sürdüren kuramsal kuşkulara değer kazandırmış) olsa da birden, evrende protonlar ve nötronların açıklayabileceğinden 10 kat daha fazla madde olmasına rağmen, düz bir evren için gerekli maddenin yüzde 30'unu oluşturan büyük miktardaki karanlık maddenin evrendeki enerjinin tamamını açıklamaya hiçbir şekilde yetmeyeceği görüldü. Evrenin geometrisinin doğrudan ölçülmesi, ardından evrenin gerçekten de düz olduğunun keşfedilmesi evrendeki enerjinin yüzde 70'inin hâlâ kayıp olduğu, galaksilerin, hatta galaksi topluluklarının içlerinde de çevrelerinde de olmadığı anlamına geliyordu!

İşler burada anlattığım kadar sarsıcı değildi tabii. Evrenin eğimine ilişkin bu ölçümlerden, evrenin içindeki yığınlaşmış toplam kütlenin (ikinci bölümde anlattığım üzere) belirlenmesinden önce bile, evrenimizin o zamana kadar kabul görmüş -uzamsal olarak düz olması için gerekli (aslında bugün var olduğunu bildiğimizin üç katı kadar) karanlık maddeye sahip- tablosunun gözlemlerle uyuşmadığına dair işaretler vardı. Daha 1995 gibi bir tarihte, Chicago Üniversitesi'nden meslektaşım Michael Turner'la birlikte, genel kabul gören bu tablonun doğru olamayacağını, aslında hem düz bir evrenle (o zamanki kuramsal tercihimizle) hem de galaksilerin topluluklar oluşturması ve bu toplulukların iç dinamiklerine ilişkin gözlemlerle uyuşuyormuş gibi görünen tek olasılığın, Albert Einstein'ın 1917'de kuramının tahminleri ile içinde yaşadığımızı düşündüğümüz durağan evren arasındaki belirgin çelişkiyi çözmek için geliştirdiği, o zamandan beri de bir kenara bırakılmış çılgınca bir kuramsal fikri akla getiren, çok daha tuhaf bir evren olduğunu belirten, genel çizgi dışı bir makale kaleme almıştım.

Hatırladığım kadarıyla o zamanki amacımız soruna kesin bir çözüm önermekten çok genel kabul gören kavrayışta bir şeylerin yanlış olduğunu göstermekti. Önerimiz gerçekten inanılamayacak kadar çılgınca görünüyordu, o yüzden de üç yıl sonra çizgi dışı bu önerimizin turnayı gözünden vurduğu anlaşıldığında sanırım kimse bizim kadar şaşırmadı!

1917'ye dönelim. Hatırlarsınız, Einstein Genel Görelilik kuramını geliştirmiş, Merkür'ün yörüngesinde dönerken Güneş'e en yaklaştığı noktanın yıl be yıl ilerlemesini açıklayabileceğini keşfetmesi kalbini heyecanla doldurmuştu. Gerçi bir de, kuramının, içinde yaşadığını düşündüğü durağan evreni açıklayamayacağı gerçeğiyle yüzleşmesi gerekecekti.

Einstein, kendi kanılarına daha fazla güvenseydi, evrenin durağan olamayacağını *tahmin edebilirdi.* Ama güvenmiyordu. Aksine, kuramında küçük bir değişiklik yapabileceğini fark etmişti; onu en başta genel görelilik kuramını geliştirmeye yönelten matematiksel kuramlarla tamamen uyuşan, durağan bir evreni mümkün kılacakmış gibi görünen bir değişiklikti bu.

Einstein'ın Genel Görelilik Kuramı'nda denklemlerin ayrıntıları karmaşık olsa da yapıları nispeten doğrudandır. Denklemlerin sol tarafında evrenin eğimi, ayrıca madde ve ışınım üzerinde etkili

kütleçekim kuvvetlerinin gücü tanımlanır. Bunlar, denklemlerin sağ tarafındaki miktarla belirlenir, bu miktarsa evrendeki her tür enerji ve madde miktarının toplam yoğunluğunu verir.

Einstein, denklemin sol tarafina küçük bir sabit terim eklerse, bu terimin uzak nesneler arasındaki mesafe açılırken gerileyen standart kütleçekim kaynaklı çekimin yanı sıra uzayın tamamında küçük bir sabit *itici* kuvvet ortaya çıkaracağını fark etmişti. Bu fazladan kuvvet yeterince küçük olursa insan ölçeğinde, hatta Newton'ın Kütleçekim Kanunu'nun gayet güzel işliyor göründüğü bizim güneş sistemimiz ölçeğinde bile belirlenemez boyutlarda olabilirdi. Ama Einstein akıl yürütürken bu kuvvet uzayın her yerinde sabit olacağından galaksimiz ölçeğinde düşünüldüğünde çok uzaktaki nesnelerin çekim güçlerine karşı koyacak kadar büyük olabilir diye düşündü. Bunun da geniş ölçekte düşünüldüğünde evrenin durağan olmasına yol açacağı sonucuna vardı.

Einstein bu fazladan terime, kozmolojik terim demişti. Çünkü denklemlere yapılan sabit bir eklemeden ibaretti, ama bugün bu terime *kozmolojik sabit* denmesi adettendir.

Einstein evrenin aslında genişlediğini fark ettiğinde bu terimi bir kenara bırakmış, bunu denklemlerine ekleme kararının en büyük hatası olduğunu söylemişti.

Ama bu terimden kurtulmak o kadar da kolay değildir. Diş macununu sıktıktan sonra tüpün içine geri sokmaya benzer. Bunun nedeni de bugün kozmolojik sabiti tümüyle farklı bir tabloda görüyor olmamızdır, öyle ki Einstein denklemlerine bu terimi eklememiş olsaydı, sonraki yıllarda biri mutlaka eklerdi.

Einstein'ın terimini denklemin sol tarafından sağ tarafina geçirmek bir matematikçi için küçük bir adımdır, ama bir fizikçi için muazzam bir sıçramadır. Matematiksel olarak bunu yapmak çocuk oyuncağı olsa da bu terim denklemin sağ tarafına, bütün terimlerin durağan evrenin enerjisine katkıda bulunduğu tarafa geçirildiğinde fiziksel bakış açısıyla tamamen farklı bir şeyi, açık bir deyişle toplam enerjiye yapılan yeni bir katkıyı gösterir. İyi de nasıl bir şey böyle bir terimi ortaya çıkarabilir?

Cevap *hiçtir*.

Hiç derken, *hiçlikten* başka hiçbir şeyi kast etmiyorum, yani bu durumda normalde boş uzay dediğimiz hiçlikten. Bu şu demektir: Uzayın bir bölgesini alır, içindeki her şeyi, tozu, gazı, insanları, hatta içinden geçen ışınımı, kısacası bu bölgedeki *her şeyi* temizlersem, geride kalan boş uzayın *bir ağırlığı* varsa, bu ağırlık Einstein'ın icat ettiği gibi kozmolojik bir terimin varlığına tekabül eder.

Eh, bu da Einstein'ın kozmolojik sabitinin kulağa daha da çılgınca gelmesine yol açıyor! Çünkü herhangi bir dördüncü sınıf öğrencisi bile enerjinin ne olduğunu bilmemesine rağmen hiçlikte ne kadar enerji olduğunu söyleyebilir. Cevabın hiç olması gerekir.

Ne de olsa dördüncü sınıf öğrencilerinin çoğu kuantum mekaniği görmemiş, göreliliği çalışmamıştır. Çünkü Einstein'ın Özel Görelilik Kuramı'nın sonuçlarını kuantum evreniyle birleştirdiğimizde boş uzay hiç olmadığı kadar tuhaflaşır. Aslına bakarsanız o kadar tuhaftır ki boş uzayın bu yeni davranışını ilk keşfedip inceleyen fizikçiler bile gerçek dünyada gerçekten var olduğuna inanmakta zorlanmışlardır.

Görelilik kuramını Kuantum Mekaniği'yle birleştirmeyi ilk başaran parlak, az ve öz konuşan İngiliz kuramsal fizikçi Paul Dirac olmuştu. Dirac Kuantum Mekaniği'nin bir kuram olarak geliştirilmesinde de öncü rolü oynamıştı.

Kuantum Mekaniği 1912 ile 1927 arasında, en başta ikonlaşmış parlak bir isim olan Danimarkalı fizikçi Niels Bohr ile parlak gençler Avusturyalı fizikçi Erwin Scrödinger ve Alman fizikçi Werner Heisenberg'in çalışmalarıyla geliştirilmişti. İlk olarak Bohr'un ortaya attığı, Schrödinger ve Heisenberg'in matematiksel olarak rafine hale getirdiği kuantum dünyası insan ölçeğindeki nesnelerle yaşadığımız deneyimlere dayalı, sağduyunun gerektirdiği bütün kavrayışlara aykırıdır. Bohr ilk olarak atomlardaki elektronların, tıpkı Güneş'in etrafında dönen gezegenler gibi merkezdeki çekirdeğin etrafında döndüğünü ileri sürmüş, ama atomik tayfta (farklı elementlerin saldığı ışık frekansları) gözlenen kuralların, elektronların ancak sabit bir "kuantum düzeyi"nde kararlı bir yörüngeyle sınırlandırılmaları, çekirdeğe doğru serbestçe sarmallar çizmemeleri halinde anlaşılabileceğini göstermişti. Elektronlar bu düzeyler arasında sabit frekanslarda ya da kuantalarda ışık salarak ya da emerek hareket edebiliyorlardı. Kuantayı da ilk kez Max Planck 1905'te sıcak nesnelerin saldığı ışınım biçimlerini anlamanın bir yolu olarak ileri sürmüştü.

Ne var ki Bohr'un "kuantizasyon kuralları" vakadan vakaya biraz değişiyordu. 1920'lerde Schrödinger ile Heisenberg, elektronların beysbol topları gibi makroskopik nesnelerden farklı dinamik kurallarına uyması halinde, bu "kuantizasyon kuralları"nın ilk ilkelerden türetilebileceğini birbirlerinden bağımsız olarak göstermişlerdi. Elektronlar parçacık gibi davranmanın yanı sıra dalga gibi de davranabiliyorlar, uzaya yayılmış gibi görünüyorlardı. (Schrödinger'in elektronlar için "dalga fonksiyonu" buradan geliyordu.) Elektronların özelliklerine dair ölçüm sonuçlarının da ancak olasılıklara dayalı belirlemeler ortaya çıkarabildiği gösterilmişti, farklı özelliklerin çeşitli kombinasyonları aynı anda kesin olarak ölçülemiyordu. (Heisenberg'in "Belirsizlik İlkesi" de buradan geliyordu.)

Dirac, Heisenberg'in kuantum sistemlerini tanımlamak için önerdiği (kendisine 1932 Nobel Ödülü kazandıran) matematiğin, klasik makroskopik nesnelerin dinamiklerini yöneten iyi bilinen yasalarla titiz bir analoji kurularak türetilebileceğini göstermişti. Ayrıca daha sonra Schrödinger'in matematiksel "dalga mekaniği"nin de bu şekilde türetilebileceğini, biçimsel olarak Heisenberg'in formülasyonuyla eşdeğer olduğunu da göstermeyi başardı. Ama Dirac, Bohr, Heisenberg ve Schrödinger'in Kuantum Mekaniği'nin ne kadar dikkat çekici olursa olsun, kuantum sistemlerinin kuruluşları itibarıyla benzetildiği klasik sistemlere hükmetmesi gereken yasaların Einstein'ın görelilik yasaları değil, Newton yasaları olduğunu, kuantum mekaniğinin ancak bu tür sistemlerde geçerli olduğunu da biliyordu.

Dirac resimlerden ziyade matematik terimleriyle düşünmeyi severdi, dikkatini kuantum mekaniğini Einstein'ın görelilik kuramlarıyla tutarlı hale getirmeye yönelttiğinde de çok farklı tipte denklemlerle oynamaya başladı. Bu denklemler arasında elektronların "spin"leri olduğu, yani küçük topaçlar gibi döndükleri ve açısal hareket ettikleri, herhangi bir eksende hem saat yönünde hem saat yönünün tersine dönebildikleri gerçeğini kapsayan çok bileşenli karmaşık matematiksel sistemler de bulunuyordu.

Dirac 1929'da maden damarını buldu. Schrödinger denklemi ışıktan çok daha yavaş hızlarda hareket eden elektronların davranışlarını gayet güzel ve doğru açıklamıştı. Dirac Schrödinger denklemini matris denilen miktarları kullanarak daha karmaşık bir denklem haline getirirse (bu da aslında denklemin dört farklı denklem çiftini tanımlaması anlamına geliyordu) Kuantum Mekaniği ile Görelilik'i tutarlılıkla birleştirebileceğini, böylece elektronların çok daha hızlı hareket ettiği sistemlerin davranışlarını prensipte betimleyebileceğini anlamıştı.

Gelgelelim bir sorun vardı. Dirac elektrik ve manyetik alanlarla etkileşime giren elektronların davranışlarını betimlemeyi amaçlayan bir denklem yazmıştı. Ama bu denklem elektronlara benzeyen, ama artı elektrik yüklü yeni parçacıkların varlığını gerektiriyormuş gibi görünüyordu.

O sıralarda doğada elektronun tersi elektrik yüküne sahip olduğu bilinen bir tek temel parçacık vardı: Proton. Ama protonlar tümüyle elektronlara benzemiyorlardı. Bir kere elektronlardan 2000 kat daha ağırlardı!

Dirac şaşkına dönmüştü. Nafile bir çabayla, bu yeni parçacıkların aslında proton olduğunu, ama uzayda hareket ederlerken girdikleri etkileşimlerin bir şekilde daha ağırmış gibi davranmalarına yol açtığını savundu. Çok geçmeden Heisenberg de dahil diğer fizikçiler bu varsayımın anlamlı olmadığını gösterdiler.

Doğa çabucak imdada yetişti. Dirac'ın bu denklemi önermesinden iki yıl, çalışması doğruysa yeni bir parçacığın var olması gerektiğini kabul etmesinden bir yıl sonra, Dünya'ya gelen kozmik ışınları inceleyen bilim insanları elektrona benzeyen, ama onun tersi elektrik yüküne sahip yeni parçacıkların izini buldular ve bunlara pozitron adını verdiler.

Dirac aklanmıştı, ama daha sonra denkleminin kendisinden daha akıllı olduğunu söyleyerek önceden kendi kuramına güvensizlik gösterdiğini de kabul etmişti!

Bugün pozitrona elektronun "karşıt parçacığı" diyoruz, çünkü Dirac'ın keşfinin her yerde geçerli olduğu anlaşılmıştır. Elektronun bir karşıt parçacığı olmasını gerektiren fizik, doğadaki her temel parçacık için böyle karşıt bir parçacık olmasını gerektirir. Örneğin protonun karşıt parçacığı karşıt protondur. Nötronlar gibi bazı nötral parçacıkların dahi karşıt parçacıkları vardır. Parçacıklar ve karşıt parçacıklar karşılaştıklarında birbirlerini ortadan kaldırarak saf bir ışınım ortaya çıkarırlar.

Bütün bunlar kulağa bilim-kurgu gibi geliyor (hatta karşıt madde "Uzay Yolu"nda önemli bir rol oynamıştı), ama dünyanın çeşitli yerlerindeki büyük parçacık hızlandırıcılarımızda her an karşıt parçacıklar yaratmaya devam ediyoruz. Karşıt parçacıklar parçacıklarla aynı özelliklere sahip olduğundan, karşıt maddeden oluşan bir dünya, maddeden oluşan bir dünya gibi davranabilir; karşıt sevgililer karşıt arabaların içinde, karşıt mehtapta sevişebilirler. Öyle sanıyoruz ki karşıt maddeden ya da yarı madde yarı karşıt maddeden oluşan bir dünyada değil de maddeden oluşan bir evrende yaşıyor olmamız, daha sonra değineceğimiz biraz fazla sayıda etkenden kaynaklanan, içinde yaşadığımız koşulları ortaya çıkaran bir kazadan ibarettir. Karşıt madde kulağa tuhaf gelse de Belçikalıların tuhaf olmaları anlamında tuhaftır. Aslında tuhaf değillerdir, yalnızca onlara ender rastlanır!

Karşıt parçacıkların varlığı gözlenebilir dünyayı çok daha ilginç bir yer haline getirmiştir, ama öyle anlaşılıyor ki boş uzayı da daha karmaşıklaştırmıştır.

Efsanevi fizikçi Richard Feynman, Görelilik Kuramı'nın neden karşıt parçacıkların varlığını gerektirdiği sorusuna sezgisel bir kavrayış getiren ilk bilim insanı olmuştu. Açıklaması boş uzayın aslında o kadar boş olmadığını da grafik olarak gösteriyordu:

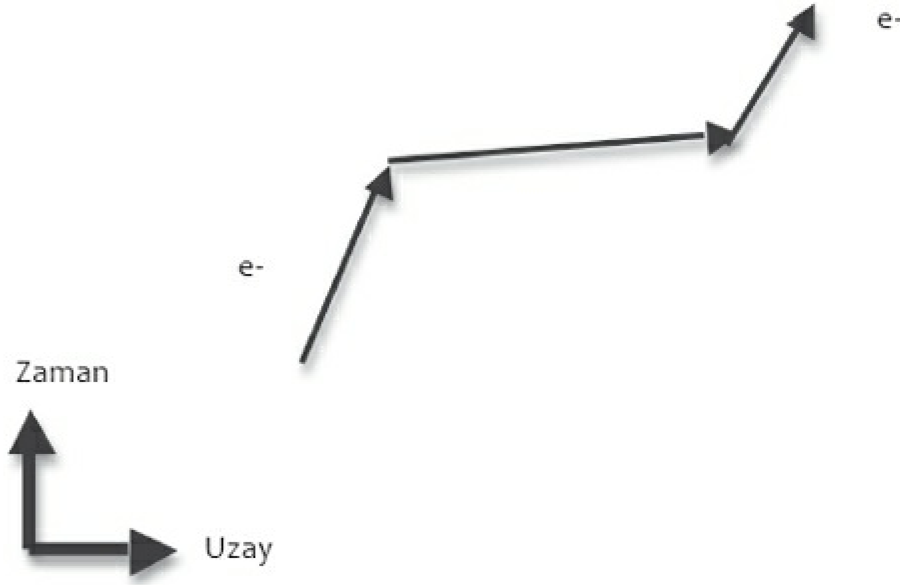
Feynman göreliliğin, farklı hızlarda hareket eden gözlemcilerin mesafe ve zaman gibi nicelikleri farklı olarak ölçeceklerini söylediğini anlamıştı. Örneğin çok hızlı hareket eden nesnelere zaman yavaşlamış gibi gelecektir. Nesneler bir şekilde ışıktan hızlı hareket edebilselerdi, zaman içinde

geriye gidiyormuş gibi görünürlerdi, bu da ışık hızının normalde kozmik hız sınırı olarak görülme nedenlerinden biridir.

Gelgelelim Kuantum Mekaniği'nin köşetaşlarından biri Heisenberg Belirsizlik İlkesi'dir, daha önce açıkladığım üzere bu ilke örneğin pozitron ve yönlü hız gibi belli nicelik çiftlerinin, bir sistemdeki kesin değerlerinin aynı anda belirlenemeyeceğini söyler. Başka bir deyişle belli bir sistemi sabit, sonlu bir süre boyunca ölçerseniz toplam enerjisini kesin olarak belirleyemezsiniz.

Bu şu anlama gelir: Kuantum Mekaniği, çok kısa, hızlarını yüksek bir kesinlikle ölçemeyeceğiniz kadar kısa süreler zarfında, bu parçacıkların ışıktan hızlıymışlar gibi hareket etmeleri olasılığına kapı aralar! Ama ışıktan hızlı hareket ediyorlarsa, Einstein'ın söylediği gibi zamanda geri gidiyormuş gibi davranmaları gerekir!

Feynman, kulağa çılgınca gelen bu olasılığı ciddiye alıp ne anlama geldiğini araştıracak kadar cesurdu. Hareket eden, düzenli aralarla, yolculuğunun ortasına geldiğinde ışıktan daha hızlı hale gelen bir elektronu şu şekilde grafiğe dökmüştür:

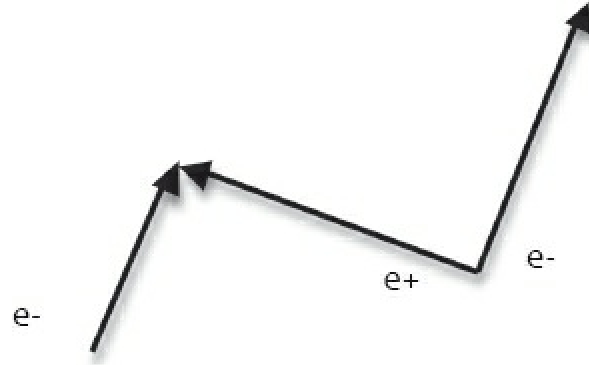


Feynman, görelilik kuramına göre başka bir gözlemcinin, aşağıdaki gibi görünen bir ölçüm yapabileceğini anlamıştı: Bir elektron zaman içinde ilerliyor, sonra geriliyor, sonra yine ilerliyor.

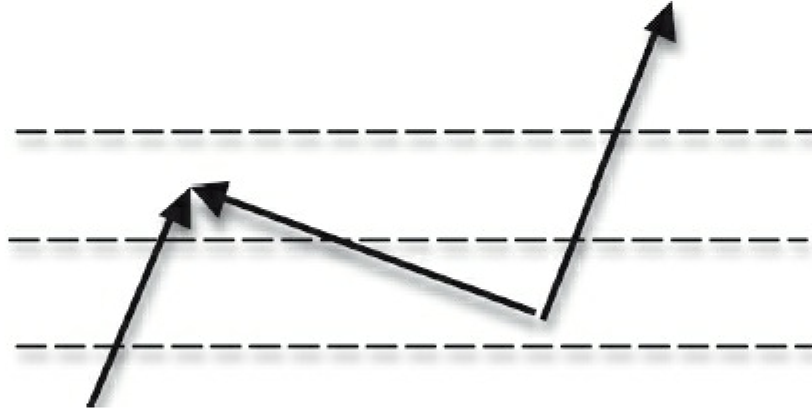
Gelgelelim zaman içinde geriye giden eksi bir elektrik yükü, zaman içinde ileri giden bir elektrik yüküyle matematiksel olarak eşdeğerdir! Dolayısıyla görelilik elektronlarla aynı kütleye ve aynı özelliklere sahip artı yüklü parçacıkların varlığını gerektiriyordu.



Bu örnekte Feynman'ın ikinci çizimi şu şekilde yorumlanabilir: Tek bir elektron hareket ediyor, sonra uzayda bir noktada hiç yoktan bir pozitron-elektron çifti ortaya çıkıyor, sonra pozitron ilk elektronla karşılaşıyor ve ikisi birden ortadan kalkıyorlar. Sonrasında geriye yine hareket eden tek bir elektron kalıyor:



Bu sizi rahatsız etmediyse bir de şunu bir düşünün: Tek bir parçacıkla başlamış tek bir parçacıkla bitirmiş olsanız da kısa bir süre boyunca hareket eden üç parçacık vardı:



Aradaki o kısacık süre zarfında, çok kısa bir süreliğine hiç yoktan bir şey ortaya çıktı! Feynman görünürdeki bu paradoksu 1949'da kaleme aldığı "Bir Pozitron Kuramı"nda, savaş yıllarıyla kurduğu nefis bir benzetmeyle çok hoş betimler:

> "Alçaktan uçan, bombalanacak yere doğru uzanan tek bir yol gören bombardıman pilotu gibi sanki; pilot birden üç yol görür ve ancak yolların ikisi birleşip tekrar ortadan kaybolduğunda tek bir yol üzerindeki uzun bir çatallanmadan geçtiğini anlar."

Bu "çatallanma" süresi bütün parçacıkları doğrudan ölçemeyeceğimiz kadar kısadır, kuantum mekaniği ve görelilik bu tuhaf durumun yalnız mümkün görülmediği, aynı zamanda gerekli olduğu anlamına gelir. Ölçülemeyecek kadar kısa sürelerde belirip kaybolan parçacıklara *sanal* parçacıklar denir.

Boş uzayda ölçemeyeceğiniz yeni bir parçacık kümesi icat etmek bir topluiğne başında çok sayıda meleğin oturduğunu ileri sürmeye benziyor. Bu parçacıkların ölçülebilir bir etkilerinin olmaması da bu fikri bir o kadar güçsüz kılacaktır. Ne var ki doğrudan gözlenebilir olmasa da bu parçacıkların dolaylı etkilerinin, bugün deneyimlediğimiz evrenin çoğu özelliğini ortaya çıkardığı anlaşılmaktadır.

Yalnızca bu da değil, bu parçacıkların etkisi, bilim alanındaki herhangi bir hesaplamadan daha kesin olarak hesaplanabilir.

Örneğin bir hidrojen atomunu, Bohr'un kuantum kuramını deneyip açıklamak için geliştirdiği, Schrödinger'in betimleyici meşhur denklemini dayandırdığı sistemi bir düşünün. Kuantum mekaniğinin güzelliği, hidrojenin ısıtıldığında saldığı belli renklerdeki ışığı, protonun etrafında dönen elektronların ancak belli enerji düzeylerinde var olabildiklerini, bir düzeyden diğer düzeye sıçradıklarında yalnızca sabit frekanslarda ışık emdiklerini ya da saldıklarını savunarak açıklayabilmesinde yatar. Schrödinger denklemi öngörülen bu frekansların hesaplanmasını mümkün kılar ve cevabı da neredeyse kesinlikle doğru bulur.

(Ama tamamen kesin değil.)

Hidrojen tayfi daha titiz gözlendiğinde, önceden tahmin edilenden çok daha karmaşık olduğu, gözlenen enerji düzeyleri arasında başka küçük ayrılmalar olduğu anlaşıldı, bunlara tayfın "ince yapısı" dendi. Bu ayrılmalar Bohr'un zamanından beri biliniyor, görelilik etkilerinin bununla ilgili olduğundan kuşkulanılıyor olsa da tam anlamıyla görelilikçi bir kuram ortada yokken bu kuşkular doğrulanamıyordu. Ne mutlu ki Dirac'ın denklemi, bu öngörüleri, Schrödinger denklemine nazaran daha da iyileştirmeyi ve ince yapı da dahil olmak üzere gözlemlerin genel yapısını yeniden üretmeyi başardı.

Buraya kadar iyi. Ama Nisan 1947'de Amerikalı bilim insanı Willis Lamb ile öğrencisi Richard Retherford inanılmaz derecede kötü niyetliymiş gibi görünebilecek bir deney yaptılar. Lamb ve Retherford hidrojen atomlarının enerji düzeylerinin yapısını, bir milyonda bir hata payıyla ölçebilecek bir teknolojik yeterliliğe sahip olduklarını fark ettiler.

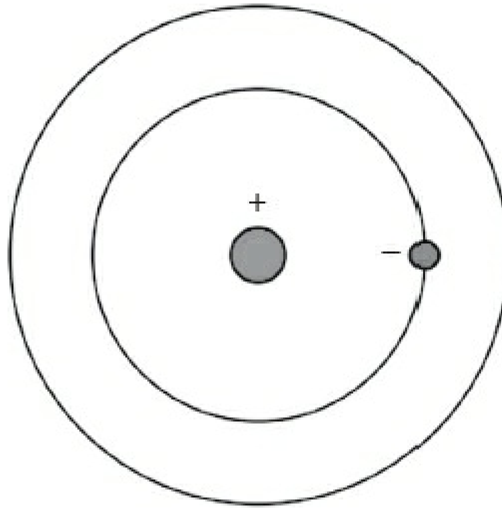
Dertleri neydi ki? Eh, deneyler yapan bilim insanları, bir şeyi önceden mümkün olmayan bir kesinlikle ölçmenin yeni bir yöntemini bulduklarında, bu onların ilerlemesi için yeterli motivasyonu sağlar. Bu süreçte genellikle yepyeni dünyaların kapıları açılır, tıpkı 1676'da Hollandalı bilim insanı Antonie Philips van Leeuwenhoek'in görünürde boş olan bir su damlasına mikroskopla ilk kez bakıp hayatla dolu olduğunu keşfettiğinde olduğu gibi. Gelgelelim bizim verdiğimiz örnekte deneyci bilim insanlarını harekete geçiren daha acil bir şey vardı. Lamb'in deneyine kadar, eldeki deneylerin sunduğu kesinlik Dirac'ın tahminini ayrıntılı olarak sınayabilecek durumda değildi.

Dirac'ın denklemi, yeni gözlemlerin genel yapısını yeniden üretmişti, ama asıl mesele, Lamb'in gözlemlerin genel yapıyı ayrıntılı olarak üretip üretmediğini bilmek istemesiydi. Kuramı gerçekten sınamanın tek yolu buldu. Lamb kuramı sınadığında kuram aygıtının duyarlılığının çok üzerinde, bir milyarda 100 düzeyinde yanlış yanıt vermiş gibi görünüyordu.

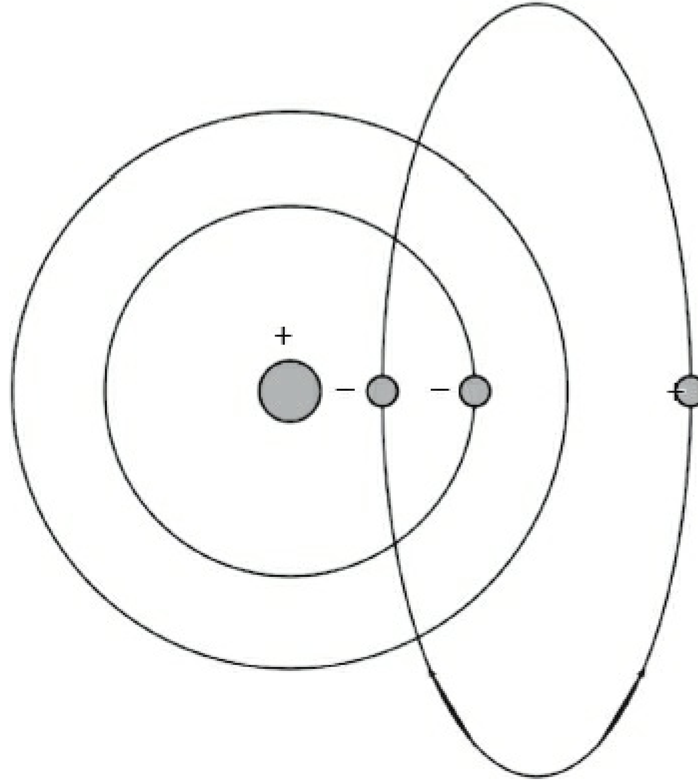
Deneyle kuram arasındaki bu kadar küçük bir uyuşmazlık çok fazlaymış gibi görünmeyebilir, ama Dirac'ın kuramının en basit bir yorumu bile, tıpkı deneyin kendisi gibi muğlaklıktan uzaktı ve kuramla deney ayrılıyordu.

Sonraki birkaç yıl içinde fizik alanındaki en iyi kuramsal zihinler bu konuya daldılar ve kuram ile deney arasındaki uyumsuzluğu çözmeye çalıştılar. Epeyce çalışıldıktan sonra yanıta ulaşıldı, toz duman yatıştığında da Dirac denkleminin aslında kesinlikle doğru yanıtı verdiği, ama sanal parçacıkların etkisinin dikkate alınması halinde bu kesinliğe ulaştığı fark edildi. Resimlere dökecek olursak bu şu şekilde anlaşılabilir. Hidrojen atomları kimya kitaplarında genellikle aşağıdaki gibi

resmedilir; ortada bir proton ve onun çevresinde dönen, farklı düzeyler arasında sıçramalar yapan bir elektron.



Ne var ki elektron-pozitron çiftlerinin hiç yoktan kendiliğinden belirivermelerini, çok kısa süre sonra birbirlerini ortadan kaldırmalarını mümkün görürsek bu kısa süre zarfında hidrojen atomu aslında şöyle görünür:



Şeklin altına böyle bir çift çizdim, bu çift daha sonra şeklin üst kısmında birbirlerini ortadan kaldırıyorlardı. Eksi yüklü sanal elektron protonun yakınlarında dolanmayı sever, pozitronsa protondan uzak kalmayı tercih eder. Her neyse, bu tabloda açıkça görüldüğü üzere bir hidrojen atomunda gerçek yük dağılımı, herhangi bir anda, tek bir elektron ve protonla tanımlandığı gibi değildir.

Dikkat çekidir, biz fizikçiler (Feynman ve diğerlerinin yaptığı onca çalışmadan sonra) Dirac'ın denklemini, hidrojen atomunun yakınlarında kesintisiz olarak bulunabilecek bütün sanal parçacıkların hidrojen tayfı üzerindeki etkisini yüksek bir kesinlikle hesaplamak için kullanabileceğimizi öğrenmiş

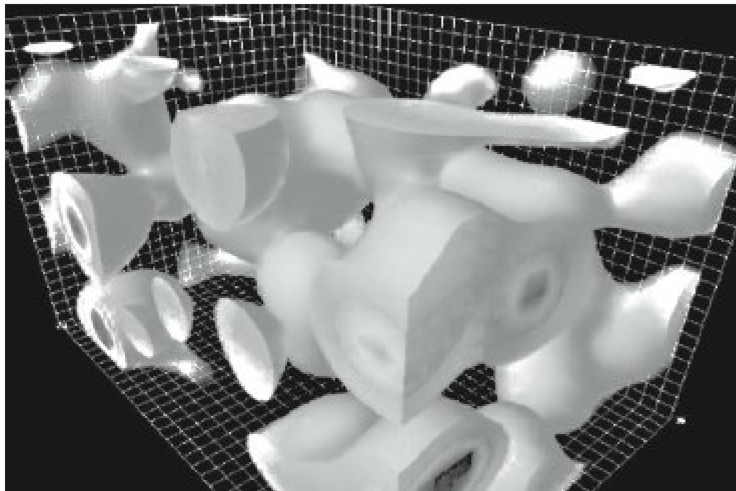
bulunuyoruz. Bu hesaplamayı yaptığımızda da bilimin bütün alanlarındaki en iyi, en doğru tahmine ulaşmış oluyoruz. Diğer bütün bilimsel tahminler bu hesaplamanın sunduğu tahmine kıyasla sönük kalır. Astronomi alanında Kozmik Mikrodalga Geri Plan Işınımı'na ilişkin son gözlemler, kuramsal tahminleri gayet dikkat çekici olan 100.000'de bir düzeyinde kıyaslamamızı sağlıyor. Ne var ki Dirac denklemini ve sanal parçacıkların tahmin edilen varlığını kullanarak atomik parametrelerin değerini hesaplayabiliyor, bu değerleri gözlemlerle karşılaştırabiliyor, bu karşılaştırmada bir milyarda bir düzeyinde ya da daha iyi bir düzeyde dikkat çekici bir uyuşma görebiliyoruz!

Bu yüzden de sanal parçacıklar vardır.

Atom fiziğinde ulaşılmış nefes kesici kesinliğin bir benzerini bulmak zor olsa da sanal parçacıkların kilit bir rol oynadığı, aslında bu kitabın esas meselesiyle daha yakından ilgili bir başka alan daha vardır. Öyle anlaşılıyor ki sanal parçacıklar kütlenizin büyük bölümünü, evrende görünebilir olan her şeyin kütlesinin büyük bir bölümünü açıklamaktadır.

Maddeyi kavrayışımızda gerçekleşen, 1970'lerdeki büyük başarılardan birinin ardında, sizi ve gördüğünüz her şeyi oluşturan madde yığınını yapan protonlar ve nötronların yapı taşı olan parçacıklar, yani kuarklar arasındaki etkileşimleri doğru olarak betimleyen bir kuramın keşfedilmesi vardı. Bu kuramla ilişkili matematik karmaşıktır, bu matematikle uğraşabilecek, özellikle de kuarklar arasındaki güçlü etkileşimin değerlendirilebilir hale geldiği bir düzende bu matematiği ele alabilecek tekniklerin geliştirilmesi 30-40 yılı almıştır. Paralel işlemler yapan en karmaşık bazı bilgisayarların geliştirilmesi de dahil herkülvari bir çabaya girişilmişti; bu karmaşık bilgisayarlarda gerçekte ölçebildiğimiz parçacıkların, yani protonların ve nötronların temel özelliklerini hesaplamak için on binlerce işlemci aynı anda kullanılıyordu.

Bütün bu çalışmalardan sonra, artık elimizde bir protonun içinin aslında neye benzediğini gösteren iyi bir tablo bulunuyor. Bir protonun içinde üç kuark olabilir, ama onların dışında başka birçok şey de vardır. Özellikle vurgulanması gereken bir nokta şudur: Parçacıkları ve kuarklar arasındaki güçlü kuvveti aktaran alanları yansıtan sanal parçacıklar her an varlık bulmakta ve ortadan kaybolmaktadır. İşte size, işlerin aslında neye benzediğini gösteren bir fotoğraf. Gerçek bir fotoğraf değil tabii, kuarkların ve onları bağlayan alanların dinamiklerini yöneten matematiğin sanatsal bir dile dökülmesi daha çok. Tuhaf şekiller ve farklı gölgeler protonun içinde, sanal parçacıklar kendiliğinden varlık bulup ortadan kaybolurken birbirleriyle ve kuarklarla etkileşim kuran alanların gücünü yansıtıyor.



Proton kesintisiz olarak bu sanal parçacıklarla doludur, aslında sanal parçacıkların protonun

kütlesine ne kadar katkıda bulunabileceğini tahmin etmeye çalıştığımızda, kuarkların toplam kütlenin çok küçük bir parçasını oluşturduklarını, protonun atıl enerjisine, dolayısıyla atıl kütlesine çevrilen enerjinin büyük bölümüne sanal parçacıkların yarattığı alanların katkıda bulunduğunu görürüz. Aynı şey nötron için de geçerlidir, siz de protonlar ve nötronlardan oluştuğunuz için sizin için de geçerlidir!

Şimdi, sanal parçacıkların atomların içindeki ve çevresindeki boş uzay üzerindeki etkilerini hesaplayabiliyorsak, sanal parçacıkların protonların içindeki boş uzay üzerindeki etkilerini hesaplayabiliyorsak sanal parçacıkların gerçekten boş uzay üzerindeki etkilerini hesaplayabiliyor olmamız gerekmez mi?

Evet, ama bu hesaplamayı yapmak aslında daha zordur. Çünkü sanal parçacıkların atomlar ya da proton kütlesi üzerindeki etkilerini hesapladığımızda, aslında atom ya da protonun sanal parçacıklar da *dahil olmak üzere* toplam enerjisini hesaplıyoruz; sonra sanal parçacıkların atom ya da proton bulunmaksızın (yani boş uzayda) katkıda bulunabileceği toplam enerjiyi hesaplıyoruz, ondan sonra da atom ya da proton üzerindeki net etkiyi bulabilmek için iki rakamı birbirinden çıkarıyoruz. Böyle yapıyoruz, çünkü öyle anlaşılıyor ki uygun denklemleri çözmeye kalktığımızda bu iki enerjinin her biri biçimsel olarak sonsuzdur, ama iki niceliği birbirinden çıkardığımızda sonlu bir farka, dahası ölçülen değerle kesin bir uyum gösteren bir farka ulaşırız!

Gelgelelim sanal parçacıkların yalnızca boş uzay üzerindeki etkilerini hesaplamak istersek kendisinden çıkaracağımız bir değer olmaz, o yüzden de ulaşacağımız değer sonsuz olur.

Ne var ki sonsuzluk, en azından fizikçileri ilgilendirdiği kadarıyla hoşlanılası bir nicelik değildir, sonsuzluktan olabildiğince kaçınmaya çalışırız. Açıktır ki boş uzayın enerjisi (ya da bu yüzden herhangi bir şeyin enerjisi) fiziksel olarak sonsuz olamaz, bu yüzden de hesaplamayı yapmanın, sonlu bir cevaba ulaşmanın bir yolunu bulmamız gerekir.

Sonsuzluğun kaynağını tanımlamak kolaydır. Belirebilecek bütün olası sanal parçacıkları düşündüğümüzde, Heisenberg Belirsizlik İlkesi (bir sistemde ölçülen enerjideki belirsizlik, sistemi gözleme sürenizle ters orantılıdır diyordu bu ilke) çok daha fazla enerji taşıyan parçacıkların, çok çok daha kısa sürelerde ortadan kaybolmak kaydıyla kendiliğinden hiç yoktan belirebilecekleri anlamına gelir. Prensipte, parçacıklar yok denecek kadar kısa sürelerde ortadan kayboldukları sürece neredeyse sonsuz miktarda enerji taşıyabilirler.

Ne var ki anladığımız biçimiyle fizik yasaları ancak, kütleçekimi (ve uzay-zaman üzerindeki etkilerini) anlarken kuantum mekaniğinin etkilerinin dikkate alınması gereken ölçeğe denk gelen kesin bir değerden büyük mesafeler ve süreler için geçerlidir. Elimizde yaygın adıyla bir "kuantum kütleçekim" kuramı bulunmadığı sürece, bu sınırların ötesine geçen çıkarımlara güvenemeyiz.

Dolayısıyla kuantum kütleçekimiyle ilişkili yeni fiziğin bir şekilde, yaygın deyişle "Planck-zamanı"ndan daha kısa süre boyunca yaşayan sanal parçacıkların etkilerini bir şekilde kesintiye uğratmasını umabiliriz. Bu durumda, yalnızca bu geçici kesintinin mümkün kıldığına eşit ya da ondan daha düşük enerjilerdeki sanal parçacıkların toplam etkisini değerlendirdiğimizde sanal parçacıkların hiçliğe katkıda bulunduğu enerji için sonlu bir tahmine ulaşırız.

Ama bir sorun var. Bu tahmin, karanlık madde de dahil olmak üzere evrende bilinen maddenin tamamıyla ilişkili enerjiden yaklaşık olarak

1000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
kat daha büyüktür!

Sanal parçacıklar da dahil olmak üzere atomik enerji düzeyi aralıklarının hesaplanması fizik alanındaki en iyi hesaplamaysa, bu enerji aralığı tahmini (evrendeki başka her şeyin enerjisinden 120 büyüklük kertesi daha büyüktür) kuşkusuz en kötü hesaplamadır! Boş uzayın enerjisi bu büyüklüğe bir nebze olsun yakın olsa, bunun ortaya çıkardığı itici kuvvet (boş uzayın enerjisinin bir kozmolojik sabite tekabül ettiğini hatırlayalım) bırakın bugün Dünya'yı havaya uçuracak kadar büyük olmayı, evrenin ilk zamanlarında o kadar büyük olurdu ki Büyük Patlama'nın bir saniyesinin bir parçası bile geçmeden bugün evrenimizde gördüğümüz her şeyi hızla birbirinden uzaklaştırmış olurdu, öyle ki hiçbir yapı, hiçbir yıldız, hiçbir gezegen, hiçbir insan oluşmamış olurdu.

Yerinde bir tabirle Kozmolojik Sabit Problemi denilen bu problem, benim lisans üstü öğrenim gördüğüm yılların epey öncesinden beri vardır, ilk kez Rus kozmolog Yakov Zel'dovich tarafından 1967'de ortaya konmuştur. Henüz çözülememiştir, bugün fizikte çözülmemiş olan en temel önemdeki problemdir herhalde.

40 yılı aşkın bir süre boyunca bu problemi nasıl çözeceğimize dair hiçbir fikrimiz olmasa da biz kuramsal fizikçiler cevabın ne olması gerektiğini biliyorduk. Demiştim ya, tıpkı boş uzayın enerjisinin sıfır olması gerektiğini tahmin edebilecek dört yaşında bir çocuk gibi bizler de biliyorduk, nihai bir kuram türetildiğinde, bu kuram sanal parçacıkların etkilerinin nasıl silineceğini açıklayacaktı. Boş uzayda nasıl kesinlikle sıfır enerji kalacağını açıklayacaktı. Ya da hiçbir şey. Daha doğrusu Hiç.

Bizim akıl yürütmemiz daha iyiydi, yani öyle sanıyorduk. Boş uzayın enerjisinin büyüklüğünü, şu naif tahminin ileri sürdüğü gerçekten devasa değerden, gözlemlerin mümkün gördüğü üst sınırla tutarlı bir değere çekmemiz gerekiyordu. Bu yüzden de öyle bir şeye ihtiyacımız vardı ki çok büyük bir pozitif sayıdan çok büyük bir negatif sayıyı çıkardığımızda 120 basamakta iki sayı birbirini tümüyle silmeli, 121. basamakta ise fark sıfır olmayan bir sayı çıkmalıydı! Ama bilimde iki büyük sayıyı böyle büyük bir kesinlikle, küçücük bir farkla birbirinden çıkarmanın bir örneği daha yoktu.

Gelgelelim sıfır yaratması kolay bir rakamdır. Doğadaki simetriler genellikle, bir hesaplamanın farklı kısımlarından gelen, birbirlerini kesin olarak geride hiçbir şey bırakmaksızın silen, kesin olarak eşit ve ters katkılar bulunduğunu göstermemizi mümkün kılar.

Dolayısıyla biz kuramcılar geceleri rahatça yatıp uyuyabiliyorduk. Oraya nasıl ulaşacağımızı bilmiyorduk, ama nihai cevabın ne olması gerektiğinden emindik.

Doğanınsa başka planları vardı.

BEŞİNCİ BÖLÜM

KAÇAK EVREN

Bugün hayatın kökenini düşünürsek çöpten ibaret olduğunu söyleyebiliriz; hayatın kökeni yerine maddenin kökeni de denebilir pekâlâ.

Charles Darwin, 1863

Michael Turner ve benim 1995'te savunduğumuz şey son derece çizgi dışı bir şeydi. Kuramsal önyargılardan pek öteye gidemeyen dayanak noktalarımızla Evren'in düz olduğu varsayımında bulunmuştuk. (Üç boyutlu bir evrende "düz"ün, iki boyutlu bir krep gibi düz olmayacağını bir kere daha hatırlatayım yeri gelmişken, üç boyutlu bir evrendeki "düz" daha ziyade hepimizin sezgisel olarak gözlerimizin önüne getirebildiği, ışık huzmelerinin düz doğrular halinde yol aldığı üç boyutlu uzaydır. Bir de bu olasılığın karşısındaki olasılığı düşünün, ışık huzmelerinin uzaydaki eğimi izlediği, düz doğrular üzerinde yol almadığı eğimli üç boyutlu uzayları gözümüzde canlandırmak daha zordur.) Sonra da ancak toplam enerjinin yüzde 30'unun, gözlemlere göre galaksiler ve galaksi topluluklarının çevresinde bulunan bir "karanlık madde" biçiminde olması halinde, mevcut kozmolojik verilerin düz bir evrenle tutarlı olduğu çıkarımında bulunmuştuk, fakat bundan da tuhafı şuydu: Çıkarımımıza göre evrendeki toplam enerjinin geri kalan yüzde 70'i bir madde biçiminde değil, daha ziyade boş uzayda bulunuyordu.

Fikrimiz hangi ölçüye vurulursa vurulsun çılgıncaydı. Kozmolojik Sabit'in iddiamızla tutarlı bir değer olabilmesi için, son bölümde tahmin edilen değerin bir şekilde 120 büyüklük kertesi küçültülmesi, yine de kesin sıfır olmaması gerekiyordu. Bu, doğada bilinen fiziksel bir niceliğin en katı biçimde ayarlanması anlamına gelecekti, ama bunu nasıl gerçekleştireceğimize dair en ufak bir fikrimiz bile yoktu.

Düz bir evren kuşkusuna dair çeşitli üniversitelerde verdiğim konferanslarda çoğunlukla tebessümle karşılanmamın, daha fazlasını görememememin nedenlerinden biri budur. Önerimizi ciddiye alan fazla insan yoktu sanırım; Turner ve ben ciddiye alıyor muyduk, ondan da emin değilim. Makalemizle insanları şaşırtmaktaki amacımız, yalnızca bizim değil, dünyanın çeşitli yerlerinde bazı kuramcı meslektaşlarımızın da içine doğmakta olan bir gerçeği açıkça ortaya koymaktı: Evrenimize dair, o zamanlar genel kabul gören "standart" tabloda bir şeyler yanlışmış gibi görünüyordu; bu tabloya göre Genel Görelilik'in bugün düz bir evren için gerektirdiği enerjinin neredeyse tamamının bilinmeyen karanlık maddede bulunduğu varsayılıyordu (bu karışım bir parça baryonla, yani biz Dünyalılar, yıldızlar, görünebilir galaksilerle tatlandırılıyordu).

Bir meslektaşım kısa süre önce, mütevazı önerimizi ortaya atmamızdan sonraki iki yıl içinde makalemize yalnızca birkaç kez atıfta bulunulduğunu, görünüşe bakılırsa atıfta bulunan bu makalelerden biri ya da ikisi dışında hepsini de ya Turner'ın kaleme aldığını ya da benim yazdığımı hatırlattı! Evrenimizin Turner ve benim ileri sürdüğümüz kadar çılgınca olamayacağına inanan yığınlar da evrenimiz kadar şaşırtıcıdır. Biz şöyle diyorduk:

Çelişkilerden sıyrılmanın en basit yolu evrenin düz değil açık (paralel ışık huzmelerinin aldıkları yolu geriye doğru izlediğimizde huzmelerin kıvrılacağı bir evren) olması olasılığıdır. (Tabii ki bunu Kozmik Mikrodalga Geri Plan Işınımı'na dair ölçümlerin, bu seçeneğin elverişli olmadığını açıkça

ortaya koymasından önce söylemiştik.) Gelgelelim bu olasılığın da sorunları vardır, gerçi bu konudaki durum açık olmaktan hâlâ çok uzaktır.

Fizik dersi alan bir lise öğrencisi memnuniyetle, kütleçekimin hürplettiğini, yani evrensel düzeyde çekici olduğunu söyleyecektir. Elbette ki bilimdeki birçok şey gibi, doğa bizim hayalgücümüzü çok aştığı için bugün artık ufuklarımızı genişletmemiz gerektiğini biliyoruz. Şu an için, kütleçekimin çekici niteliğinin evrenin genişlemesinin yavaşladığı anlamına geldiğini varsayarsak, bizden belli bir uzaklıkta bulunan bir galaksinin yönlü hızının Büyük Patlama'dan bu yana sabit olduğunu varsayarak evrenin yaşıyla ilgili üst bir sınır elde ederiz. Çünkü, evren ivme yitiriyorsa, galaksi bir zamanlar bizden daha hızlı uzaklaşıyor olacaktır, bu yüzden de bugünkü konumuna gelmesi, hep bugünküyle aynı hızda hareket etmesi halinde gereken zamandan daha az zamanda gerçekleşmiş olacaktır. Maddenin hakimiyetindeki açık bir evrende, evrenin ivme yitirmesi, düz bir evrende olduğundan daha yavaş gerçekleşecektir, bu yüzden de bu koşullardaki evrenin çıkarsanan yaşı, maddenin hakim olduğu düz bir evrenin yaşından daha büyük olacaktır, aynı nedenle evrenin bugün ölçülen genişleme oranı da. Aslında kozmik bir süre zarfında sabit bir genişleme oranı varsayarak tahmin ettiğimiz değere çok daha yakın olacaktır.

Unutmayalım, boş uzayın sıfir olmayan enerjisi, kütleçekimin itkisine benzeyen kozmolojik bir sabit yaratır, bu da evrenin genişlemesinin aslında kozmik bir süre zarfında hızlanması anlamına gelir, bu da demektir ki galaksiler önceden birbirlerinden bugün olduğundan daha yavaş ayrılmışlardır. Bu da şu anlama gelir: Galaksilerin arasındaki mesafenin bugünkü boyutlara ulaşması, genişlemenin sabit olduğu bir evrene kıyasla çok daha uzun sürmüştür. Gerçekten de bugün Hubble Sabiti'yle yapılan bir ölçümde, evrenimizin en büyük olası yaşına (yaklaşık 20 milyar yıl), kozmolojik sabitin değerini bugün evrendeki maddenin yoğunluğuna uygun olarak değiştirmekte serbest olduğumuz varsayılarak, kozmolojik sabitin görünen ve karanlık maddenin ölçülen miktarına uygun olması olasılığı hesaba katılarak ulaşılmıştır.

Gelgelelim en yaşlı yıldızların yaşları, mevcut duyarlılığın sınırında gerçekleştirilmiş gözlemlere dayalı çıkarımlar yapılmasını gerektirir, 1997'de gözlemlerden elde edilen yeni veriler sonucu tahminlerimizi gözden geçirip yaklaşık 2 milyar yıl geri çekmek zorunda kaldık, böylece sonuçta biraz daha genç bir evrene vardık. Böylece ortam biraz daha bulandı, üç kozmolojinin üçü de olabilirmiş gibi görünüyordu yine, birçoğumuz yine tahtanın başına geçtik.

Bu durum 1998 yılında, BOOMERANG deneyinin evrenin düz olduğunu gösterdiği yıl değişti.

Edwin Hubble'ın evrenin genişleme hızını ölçmesini izleyen 70 yıl içinde, astronomlar bu değeri bulabilmek için hep daha çok çalıştılar. 1990'larda, nihayet "standart bir mum", yani gözlemcilerin, içkin pırıltısını bağımsız olarak belirleyebilecekleri, böylece belirgin pırıltısını ölçtüklerinde uzaklığını çıkarsayabilecekleri bir nesne buldular. Standart mum güvenilir görünüyordu, uzayın ve zamanın derinliklerinde gözlenebilen bir nesneydi.

Kısa süre önce de Tip 1a süpernova denilen belli tipteki bir patlayan yıldızın hem parlaklık hem kalıcılık gösterdiği anlaşıldı. Bir Tip 1a süpernovasının ne kadar uzun süre parlak kalacağının hesaplanması, ilk kez evrenin genişlemesinden kaynaklanan zaman genleşmesi etkilerinin dikkate alınmasını gerektirdi, bu da böyle bir süpernovanın ölçülen ömrünün aslında, bulunduğu ortamdaki asıl ömründen daha uzun olduğu anlamına gelir. Yine de süpernovanın mutlak parlaklığını çıkarsayabilir, belirgin parlaklığını teleskoplarla ölçebilir ve nihayetinde süpernovanın patladığı

galaksinin uzaklığını belirleyebiliriz. Aynı zamanda galaksinin kırmızıya kaymasının ölçülmesi, yönlü hızını belirleyebilmemizi de sağlamıştı. Bu ikisinin birleştirilmesi de evrenin genişleme hızını artan bir kesinlikle ölçmemizi mümkün kılar.

Süpernovalar bu kadar parlak oldukları için, Hubble sabitini ölçmemizi mümkün kılacak muhteşem bir araç olmakla kalmaz, gözlemcilerin geriye doğru, evrenin toplam yaşının önemli bir kesitini oluşturan uzaklıklara bakmalarını da mümkün kılar.

Bu da gözlemcilerin çok daha heyecan verici bir muamma olarak gördükleri yeni ve heyecan verici bir imkanın kapısını aralar: Hubble Sabiti'nin kozmik zaman içinde nasıl değiştiğini ölçmek.

Bir sabitin nasıl değiştiğini ölçmek kulağa bir oksimoron gibi geliyor. Biz insanlar, en azından kozmik bir ölçekte bu kadar kısa hayatlar yaşıyor olmasak öyle olurdu.

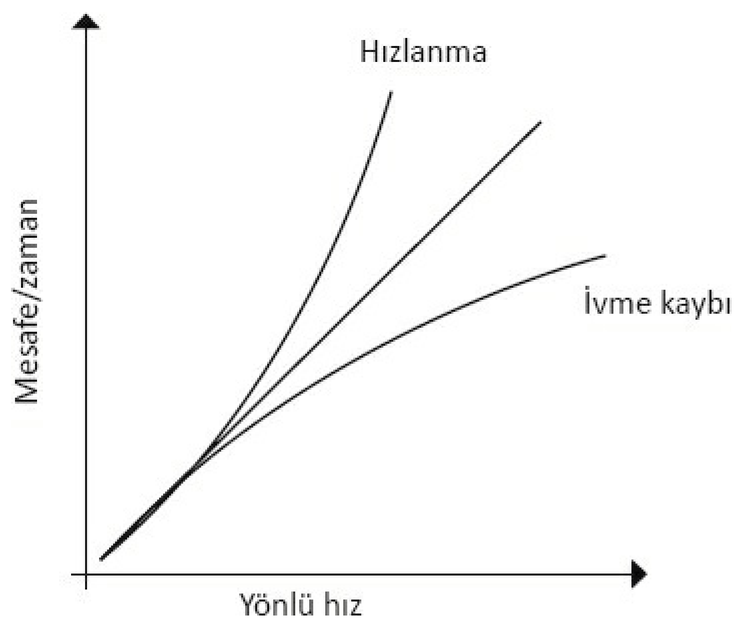
İnsanın zaman ölçeğinde evrenin genişleme hızı gerçekten de sabittir. Gelgelelim biraz önce anlattığım üzere, evrenin genişleme hızı kütleçekim etkileri yüzünden kozmik zaman içinde değişecektir.

Astronomlar şöyle bir mantık yürütüyorlardı: Uzaklarda, görünebilir evrenin en uzak köşelerinde bulunan süpernovaların yönlü hızını ve uzaklığını ölçebilirlerse evrenin genişlemesinin yavaşlama hızını ölçebilirlerdi. (Çünkü herkes evrenin akla uygun davrandığını, evrendeki baskın kütleçekim kuvvetinin de çekici bir kuvvet olduğunu varsayıyordu!) Bunun da evrenin açık mı, kapalı mı yoksa düz mü olduğunu ortaya koyacağını umuyorlardı, çünkü zamanın bir fonksiyonu olarak yavaşlama hızı her geometri için farklıdır.

1996'da altı haftamı Lawrence Berkeley Laboratuvarı'nda kozmolojiyle ilgili konferanslar verip oradaki meslektaşlarımla çeşitli bilimsel projeleri tartışarak geçirdim. Boş uzayda enerji olabileceği yolundaki iddiamız hakkında da bir konuşma yapmıştım, o sıralar uzaktaki süpernovaların belirlenmesi konusunda çalışmalar yapan genç bir fizikçi, Saul Perlmutter bu konuşmanın ardından yanıma gelip "Yanıldığınızı kanıtlayacağız!" demişti.

Saul, düz bir evreni öngören varsayımımıza göre enerjinin yüzde 70'inin boş uzayda bulunmasından bahsediyordu. Hatırlayalım: Böyle bir enerji kozmolojik bir sabitin ortaya çıkmasına neden olur, bu kozmolojik sabit uzayın her yerinde var olacak itici bir kuvvet yaratır, bu kuvvet de evrenin genişlemesine hakim olur ve genişlemenin yavaşlamasına değil, *hızlanmasına* yol açar.

Betimlediğim gibi, evrenin genişlemesi kozmik zaman içinde hızlanıyorsa, bu durumda bugün evrenin, genişlemenin yavaşlaması halinde çıkarsayacağımızdan daha yaşlı olması gerekir. Bu da belli bir kırmızıya kayma söz konusu olduğunda galaksilerin geçmişinde, bu kırmızıya kaymanın olmaması halinde olacağından daha uzak bir noktaya bakacağımız anlamına gelir. Galaksiler daha uzun bir süredir bizden uzaklaşıyorlarsa bu da demektir ki onlardan gelen ışık uzaklaşmamaları halinde olacağından çok daha uzaktan gelmektedir. Bu durumda ölçülen bir kırmızıya kaymada, galaksilerdeki süpernovalar, ışığın daha yakın bir mesafeden gelmesi halinde olacağından çok daha sönük görünecektir. Şematik olarak, yönlü hıza karşılık uzaklık ölçüldüğünde, nispeten yakınlardaki galaksileri ifade eden eğrinin eğimi, evrenin bugünkü genişleme hızını belirlememizi sağlayacak, uzaktaki süpernovalar için eğimin yukarıya doğru mu yoksa aşağıya doğru mu kıvrıldığı ise evrenin genişlemesinin kozmik zaman içinde hızlandığını mı yoksa yavaşladığını mı söyleyecektir:



Karşılaşmamızdan iki yıl sonra Süpernova Kozmoloji projesi denilen uluslararası bir ekipte yer alan Saul ile meslektaşları, gerçekten de bizim yanılıyor olduğumuzu düşündüren ilk verilere dayanarak bir makale yayınladılar. (Aslına bakarsanız benim ve Turner'ın yanıldığımızı savunmamışlardı, çünkü gözlemcilerin çoğu gibi onlar da önerimize pek itibar etmemişlerdi.) Onların verileri, uzaklığa karşılık kırmızıya kayma şemasının aşağıya doğru eğrildiğini, dolayısıyla boş uzayın enerjisine getirilebilecek bir üst sınırın, bugün toplam enerjiye ciddi bir katkıda bulunması için gereken miktarın haydi haydi altında olması gerektiğini düşündürüyordu.

Ne var ki genellikle vuku bulduğu üzere, gelen ilk veriler, verilerin tamamını temsil etmeyebilir; ya istatiksel olarak şansınız yaver gitmez ya da beklenmedik sistematik hatalar verileri etkileyebilir, elinizde daha büyük bir örneklem oluncaya kadar da bu hatalar kendilerini göstermeyebilir. Süpenova Kozmoloji Projesi'nin yayınladığı verilerde de böyle bir durum söz konusu olmuştu, o yüzden de vardıkları sonuçlar hatalıydı.

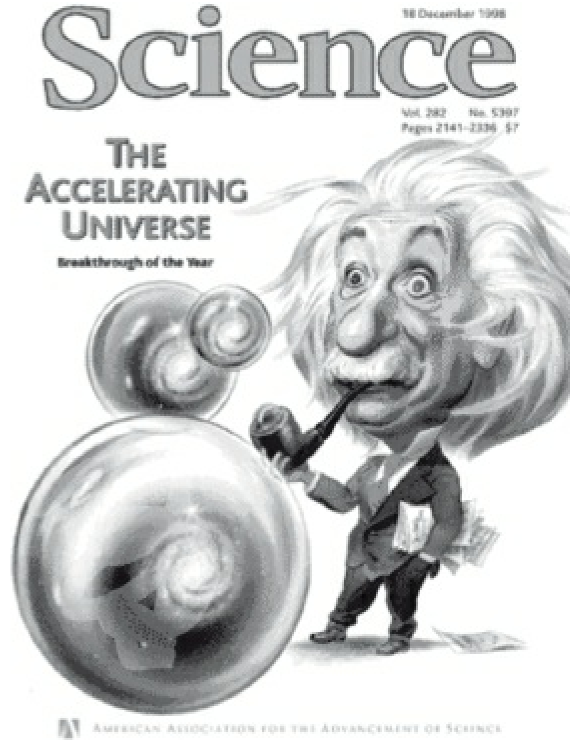
Başka bir uluslararası araştırma projesi, Avustralya'da Stromlo Dağı Gözlemevi'nde Brian Schmidt başkanlığındaki High-Z Süpernova Araştırma Ekibi de aynı amaçla bir program yürütüyordu ve farklı sonuçlar elde etmeye başlamışlardı. Brian kısa süre önce bana şunu anlattı: High-Z Süpernova Araştırması'ndan evrenin ivmelendiği ve ciddi bir boşluk enerjisine sahip olduğu yönünde ilk önemli sonuçları aldıklarında bir dergi yanılıyor olmaları gerektiğini, çünkü Süpernova Kozmoloji projesinin evrenin gerçekten de düz ve maddenin hakimiyetinde olduğunu çoktan belirlediğini bildirmiş.

Bu iki grup arasındaki rekabetin ayrıntılı tarihi hiç kuşkusuz birçok kez tekrarlanacaktır, hele ki kuşkusuz kazanacakları Nobel Ödülü'nü paylaşmalarından sonra. Ama kimin ilk olduğu konusundaki kaygıların yeri burası değil. 1998 başına gelindiğinde Schmidt'in grubunun evrenin ivmeleniyormuş gibi göründüğünü gösteren bir makale yayınladığını belirtmemiz yeterli olur. Bundan yaklaşık altı ay sonra Perlmutter'in grubu da benzer sonuçlara vardıklarını duyurdu ve ulaştıkları ilk sonuçların aslında hatalı olduğunu teslim eden, High-Z Süpernova ekibinin sonuçlarını doğrulayan, evrene boş uzayın enerjisinin, ya da bugünkü yaygın deyişle karanlık enerjinin hakim olduğu görüşüne daha fazla itibar kazandıran bir makale yayınladı.

Bu sonuçların (evrene dair kabul gören tablonun baştan aşağı yenilenmesini gerektiriyor olsalar da) camiada benimsenme hızı, bilim sosyolojisi açısından ilginç bir araştırma konusudur. Sonuçlar

neredeyse bir gecede genel bir kabul gördü, her ne kadar Carl Sagan'ın üstüne basa basa söylediği gibi "olağandışı iddialar, olağandışı kanıtlar gerektirse" de. Olağandışı bir iddia varsa o da buydu kuşkusuz.

Aralık 1998'de *Science Magazine*, evrenin ivmelendiğinin keşfedilmesini yılın bilimsel atılımı olarak ilan edip bir de Einstein'ı hayret içinde gösteren bir çizimle dikkat çekici bir kapakla bunu sunduğunda şok oldum:



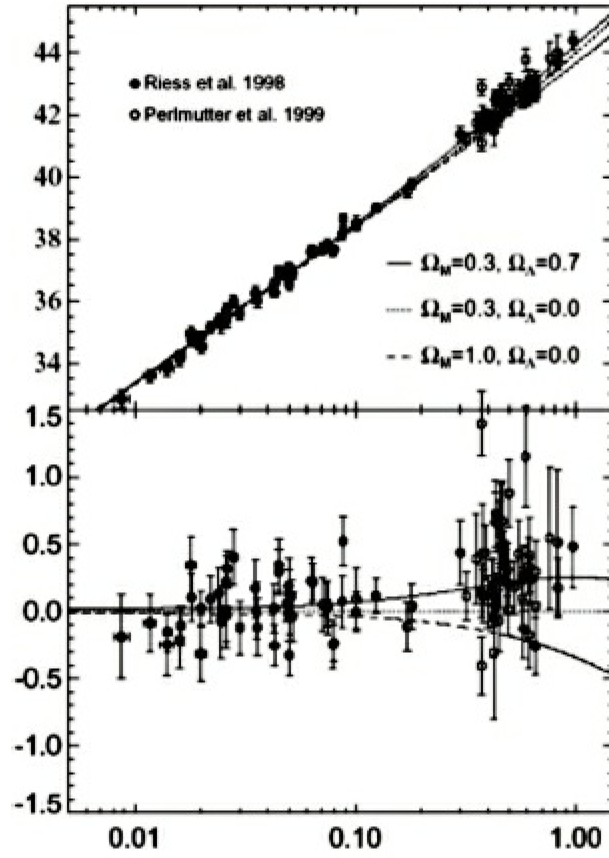
Şok olmamın nedeni, bu sonucun derginin kapağına taşınmaya değer bir sonuç olmadığını düşünmem değildi. Tam tersine. Doğruysa eğer, bu keşif zamanımızın en önemli astronomik keşiflerinden biriydi, ama o zamanki veriler bu sonucu kuvvetle işaret etmekten öteye gidemiyordu. Evren tablomuzda öyle bir değişiklik yapılmasını gerektiriyorlardı ki herkes kozmolojik sabit trenine atlamadan önce, ekiplerin gözlediği etkilere yol açabilecek etkilerin kesinlikle devre dışı bırakıldığından yüzde yüz emin olmamız gerektiği kanısındaydım. O tarihte en azından bir gazeteciye söylediğim gibi: "Kozmolojik sabite ilk kez, gözlemciler keşfettiklerini iddia ettiklerinde inanmadım."

Bu olasılığı şu ya da bu biçimde herhalde on yıldır savunmuş olduğum düşünülürse, verdiğim biraz nüktedan tepki tuhaf gelebilir. Bir kuramcı olarak spekülasyonun, özellikle deneyler için yeni yollar açıyorsa iyi olduğunu düşünürüm. Ne var ki, kendi alanım olan parçacık fiziğinde birçok yeni ve heyecan verici, ama somutluktan uzak iddianın hatalı olduğunun anlaşıldığı bir dönemde bilimsel olgunluğa ulaştığımdan olacak, gerçek verileri incelerken olabildiğince tutucu olmak gerektiğine inanırım. Doğada beşinci bir kuvvetin keşfedilmesinden tutun, yeni temel parçacıkların keşfine, evrenimizin tamamının döndüğü yönündeki gözleme kadar, böyle iddialar bir curcunayla gelip geçmişlerdir.

O zamanlar evrenin ivmelendiğinin keşfedildiği iddiasıyla ilgili olarak en fazla kaygı yaratan şey, uzaktaki süpernovaların, ivmelenen bir genişleme yüzünden değil, ya (a) daha sönük oldukları için ya da (b) erken zamanlarda mevcut galaksiler arası ya da galaktik tozların onları kısmen gölgelemesi

yüzünden olmaları beklendiğinden daha sönük görünmesi olasılığıydı.

Sonraki on yıl içinde, ivmelenme yönündeki kanıtların ezici miktarda, neredeyse sorguya yer bırakmayacak kadar fazla olduğu anlaşıldı. Önce, başka birçok süpernovada yüksek kırmızıya kayma ölçüldü. Bunlardan yola çıkılarak, ilk yayınlardan bir yıl sonra gerçekleştirilen, iki grubun izlediği süpernovalara ilişkin birleşik bir analizde şu manzara ortaya çıktı:



Gözlemciler, göze kılavuzluk etmesi, uzaklığa karşılık kırmızıya kayma eğrisinin yukarıya mı yoksa aşağıya doğru mu eğrildiğini görmenize yardımcı olması için, şemanın üst kısmına sol alttan sağ üst köşeye uzanan, yakınlardaki süpernovaları temsil eden verileri izleyen bir doğru çizmişlerdir. Bu doğrunun eğimi, evrenin bugünkü genişleme hızını vermektedir. Sonra, şeklin alttaki yarısında, yine göze yardımcı olması için aynı doğruyu bu kez yatay olarak çizmişlerdir. 1998'de beklendiği üzere evren ivme yitiriyor olsaydı 1'e yakın bir kırmızıya kayması (z) olan uzaktaki süpernovalar bu düz doğrunun altında kalırdı. Ama gördüğünüz üzere bunların çoğu doğrunun üstünde kalmaktadır. Bunun nedeni şu ikisinden biri olabilir:

1) Veriler yanlıştır.

2) Evrenin genişlemesi ivmelenmektedir.

Şimdilik ikinci seçeneği kabul eder, "Gözlenen bu ivmelenmeyi yaratabilmek için boş uzaya ne kadar enerji eklememiz gerekir?" diye sorarsak bulduğumuz yanıt çok şaşırtıcı olacaktır. Elde edilen en iyi verileri temsil eden kesiksiz eğri, enerjinin yüzde 30'unun maddede, yüzde 70'inin boş uzayda olduğu düz bir evrene denk düşmektedir. Bu, gerekli kütlenin yalnızca yüzde 30'unun galaksiler ve galaksi topluluklarının içinde ve çevresinde bulunduğu gerçeğiyle tutarlı düz bir evren yaratmak için

gerekli miktardır. Gözle görülür bir uyum yakalanmıştır.

Yine de evrenin yüzde 99'unun görünmez olduğu iddiası olağandışı bir iddia kategorisine girdiğinden, yukarıda bahsettiğim iki olasılıktan ilkinin, yani verilerin yanlış olması olasılığının üzerinde ciddi ciddi durmamız gerekiyor. Bu verileri izleyen on yıl içinde kozmoloji alanında elde edilen verilerin geri kalanı, baskın enerjinin boş uzayda bulunduğu, görebildiğimiz her şeyin toplam enerjinin yüzde 1'inden daha azını oluşturduğu, geri kalan her şeyin henüz bilinmeyen yeni bir tür temel parçacıklardan oluştuğu düz bir evren tablosuyla, bu çılgın tabloyla genel uyumu pekiştirmeye devam etti.

Öncelikle yeni uydular sayesinde, eski yıldızlardaki element bolluğuyla ilgili bilgiler elde ederken, yıldızların evrimiyle ilgili yeni veriler daha iyileşti. Meslektaşım Chaboyer ve ben 2005'te, bu verilerin kullanılması sayesinde, evrenin yaşıyla ilgili tahminlerdeki belirsizliklerin azaltıldığını, evrenin ömrünü 11 milyar yıldan kısa olarak veren tahminlerin dışarıda bırakılabileceğini kesin olarak gösterdik. Evrenin yaşının 11 milyar yıldan uzun olması, boş uzayda enerji içermeyen bir evrenle tutarlı değildir. Yine, bu enerjinin bir kozmolojik sabitten kaynaklanıp kaynaklanmadığından emin olmadığımız için, galaksilere hakim olan "karanlık madde"nin adına benzer bir biçimde, buna da basitçe "karanlık enerji" diyoruz.

Galaksimizin yaşıyla ilgili tahminler de 2006'da Kozmik Mikrodalga Geri Plan Işınımı'nda WMAP uydusu sayesinde yeni bir kesinliğe varan ölçümlerin, gözlemcilerin Büyük Patlama'dan bu yana geçen zamanı kesin olarak ölçmesini sağlamasıyla son derece iyileşti. Artık evrenimizin yaşının dört önemli rakamını biliyoruz. 13,72 milyar yaşında!

Ben hayattayken böyle bir kesinliğe ulaşabileceğimiz aklımın ucundan bile geçmezdi. Ama artık ulaştık, o yüzden de bugün ölçülen hızda genişleyen bir evrenin karanlık enerji olmaksızın bu kadar yaşlı olmasının mümkün olmadığını doğrulayabiliriz. Aslında karanlık enerji, kozmolojik bir sabit gibi davranmaktadır. Başka bir deyişle zaman içinde sabit kalan enerjidir.

Bundan sonraki bilimsel atılımda, gözlemciler maddenin kozmik zaman içinde galaksiler biçiminde nasıl bir araya geldiğini ölçmeyi başardılar. Bu sonuç evrenin genişleme hızına dayanır, galaksileri bir araya getiren çekici kuvvetin maddeyi birbirinden ayıran kozmik genişlemeyle yarışması gerekmiştir. Boş uzayın enerjisi ne kadar fazlaysa, evrenin enerjisine o kadar kısa sürede hakim olur, artan genişleme hızı da o kadar kısa sürede yavaşlar ve nihayetinde maddenin çok büyük ölçeklerde kütleçekim etkisiyle çarpışmasını durdurur.

Dolayısıyla gözlemciler, kütleçekime bağlı toplaşmayı ölçerek evrende gözlenen geniş ölçekli yapıyla tutarlı yegane düz evrenin, enerjinin yaklaşık yüzde 70'inin karanlık enerji olduğu bir evren olduğunu ve karanlık enerjinin az çok kozmolojik bir sabit gibi davrandığını bir kere daha doğrulamışlardır.

Evrenin genişleme tarihine ilişkin bu dolaylı araştırmalardan bağımsız olarak, süpernova gözlemcileri, uzak mesafelerde tozun artmasının süpernovaların daha sönük görünmesine yol açması olasılığı da dahil, analizlerinde sistematik hatalara yol açması olası durumlarla ilgili kapsamlı testler yapmışlar ve bu olasılıkları teker teker ortadan kaldırmışlardır. Gözlemcilerin yaptığı en önemli testlerden biri de zamanda geriye dönük bir araştırma yapılmasını gerektiriyordu.

Evrenin tarihinin ilk dönemlerinde, bugün gözlenebilir olan bölgemiz boyut olarak daha küçüktü ve

maddenin yoğunluğu da daha fazlaydı. Ne var ki boş uzaydaki enerji yoğunluğu, kozmolojik bir sabitten ya da ona benzer bir şeyden kaynaklanıyorsa zaman içinde sabit kalır. Dolayısıyla evren bugünkü boyutlarının yarısı kadarken maddenin enerji yoğunluğunun, boş uzaydaki enerji yoğunluğunu aşması gerekir; bu durumda genişlemeyi etkileyen baskın kütleçekim kuvveti maddeden kaynaklanıyor, evrenin genişleme ivmesi de azalıyor olacaktır.

Klasik mekanikte bir sistemin yavaşlamaktan çıkıp hızlanmaya başladığı noktanın bir adı vardır: "Pislik."[*] 2003'te, çalıştığım üniversitede, kozmolojinin geleceğini incelemek üzere bir konferans düzenlemiş, daha önce bana sunacağı heyecan verici bir şey olduğunu söyleyen, High-Z Süpernova araştırma ekibinde yer alan Adam Reiss'ı da konferansa davet etmiştim. Gerçekten de heyecan verici bir şey sundu. Ertesi gün *New York Times* bu toplantının haberini Adam'ın bir fotoğrafıyla birlikte "Kozmik Pislik (Jerk) Keşfedildi" başlığıyla verdi. O fotoğrafı sakladım, eğlenmek için arada çıkarır bakarım.

Evrenin genişleme tarihinin, ivmenin azaldığı bir dönemden arttığı bir döneme geçildiğini gösteren ayrıntılı bir haritasının çıkarılması gözlemlerin ileri sürdüğü, karanlık enerjinin varlığının aslında doğru olduğu iddiasına ciddi bir ağırlık kazandırdı. Bugün elimizde mevcut diğer bütün kanıtlarla birlikte, bu tabloya bakarak bir şekilde kozmik bir akıntıya kürek çektiğimizi düşünmek çok zordur. Beğenin beğenmeyin, öyle görünüyor ki karanlık enerji hep bizimle olacaktır, yani en azından bir şekilde değişene kadar yerli yerinde duracaktır.

Karanlık enerjinin kökeni ve doğası hiç kuşkusuz bugün temel fiziğin en büyük muammasıdır. Nereden kaynaklandığına ya da neden sahip olduğu değerde olduğuna dair temel bir anlayıştan yoksunuz. Evrenin genişlemesine neden nispeten yakın bir dönemde, yalnızca son 5 milyar yıl içinde hakim olmaya başladığına dair de bir fikrimiz yok bu yüzden. Karanlık enerjinin niteliğinin evrenin kökeniyle temel bir bağı olduğundan kuşkulanmamız gayet doğal. Öyle sanıyoruz ki geleceğimizi karanlık enerji belirleyecek.

ALTINCI BÖLÜM

EVRENİN SONUNDA

BEDAVA YEMEK

Uzay büyüktür. Öyle böyle değil, gerçekten büyüktür. Ne kadar kocaman, devasa, insanın başını döndüren bir büyüklüğü olduğuna inanamazsın. Demek istediğim, eczaneye varıncaya kadarki o uzun yol kadar olduğunu sanırsın, ama uzayla karşılaştırdığında o yol bir arpa boyu kalır.

Douglas Adams,

İkisinden birini vurmak, fena değil sanırım. Biz kozmologlar evrenin düz olduğu tahmininde bulunmuştuk ve de tahminimizin doğru olduğu anlaşılmıştı, o yüzden boş uzayın gerçekten de enerjisi, aslında evrenin genişlemesine hakim olmaya yetecek kadar enerjisi olduğunun anlaşılmasıyla, bu şok edici kavrayışla o kadar da mahçup olmadık. Bu enerjinin varlığı akla yatkın değildi, ama bu enerjinin evreni yaşanmaz kılmaya yetecek miktarda olmaması ondan daha da anlaşılmazdı. Çünkü boş uzayın enerjisi, daha önce bahsettiğim ilk tahminlerin olması gerektiğini ileri sürdüğü kadarsa evrenin genişleme hızı o kadar fazla olurdu ki bugün evrende gördüğümüz her şey hızla ufkun ötesine sürüklenirdi. Evren yıldızlar, Güneşimiz ve Dünyamızın oluşmasına firsat kalmadan soğuk, karanlık ve bomboş bir hale gelirdi.

Evrenin düz olduğunu ileri sürmemize neden olan bütün gerekçeler arasında herhalde anlaşılması en basit olanı, evrenin neredeyse düzdür denecek kadar iyi tanınmasından kaynaklanır. İlk zamanlarda, karanlık madde daha keşfedilmeden önce, galaksilerin içinde ve çevresindeki bilinen madde miktarı, düz bir evren için gerekli toplam madde miktarının yaklaşık yüzde 1'ini oluşturuyordu.

Şimdi, yüzde 1 gibi bir oran fazla görünmeyebilir, ama evrenimiz çok yaşlıdır, milyarlarca yıl yaşındadır. Maddenin ya da ışınımın kütleçekimsel etkilerinin genişlemenin gelişimine hakim olduğunu varsaydığımızda, ki biz fizikçiler hep durumun böyle olduğunu düşünmüştük, o zaman evren tam olarak düz değilse, genişlerken düz olmaktan giderek uzaklaşıyor demektir.

Evren açıksa, genişleme hızı, düz bir evrende olduğundan daha hızlı olarak devam eder, maddeyi düz bir evrende olduğundan çok çok daha fazla birbirinden ayırır, maddenin net yoğunluğunu azaltır ve bu yoğunluk düz bir evren için gerekli yoğunluğun sonsuz derecede küçük bir parçasına dönüşür hızla.

Evren kapalıysa genişlemesi daha hızlı bir biçimde yavaşlar ve nihayetinde bu durum evrenin yeniden çökmesine yol açar. Bütün bu süre zarfında, maddenin yoğunluğu, önce düz bir evrende olduğundan daha yavaş azalır, sonra evren çökerken artmaya başlar. Düz bir evrende olması beklenen madde yoğunluğundan uzaklaşma, bu evren modelinde de zamanla artar.

Evren doğumunun üzerinden 1 saniye geçmesinden itibaren neredeyse bir trilyon defa katlanarak büyümüştür. O ilk anda evrenin yoğunluğu düz bir evrenin yoğunluğuna tam olarak eşit değildiyse, o anda düz bir evren için gerekli yoğunluğun yalnızca 10 katı kadardıysa, evrenin bugünkü yoğunluğuyla düz bir evrenin yoğunluğu arasında 100 kat değil, en az bir trilyon kat fark olacaktır. (Her şey görünen maddeden ibaret sayılıp karanlık enerji ve karanlık maddenin katkıları dikkate alınmadığında.)

Bu problem, daha 1970'lerde gayet iyi bilinen bir problemdi ve "Düzlük Problemi" olarak anılıyordu. Evrenin geometrisini düşünmek bir kurşunkalemin masada, sivri ucunun üzerinde dengede durduğunu hayal etmeye benzer. Şu veya bu biçimde en ufak bir dengesizlik hemen düşüvermesine yol açacaktır. Aynı şey düz evren için de geçerlidir. Düzlükten en ufak bir biçimde uzaklaştığınızda, bu uzaklık çabucak büyür. Peki, evren tam olarak düz değildiyse bugün düz olmaya nasıl bu kadar yakın olabilir?

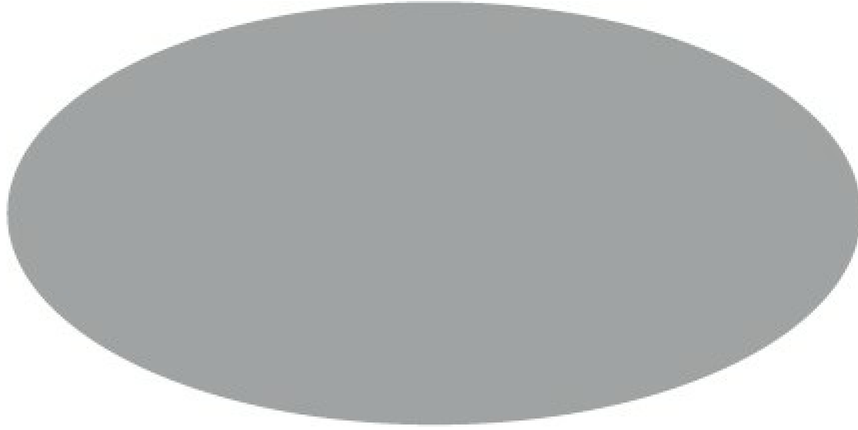
Cevap basittir: Bugün kesinlikle düz olmalı!

Aslında cevap o kadar da basit değildir, çünkü şu sorunun sorulmasını gerektirir: Evrenin içinde bulunduğu ilk koşullar nasıl oldu da düz bir evrenin ortaya çıkmasına katkıda bulundu?

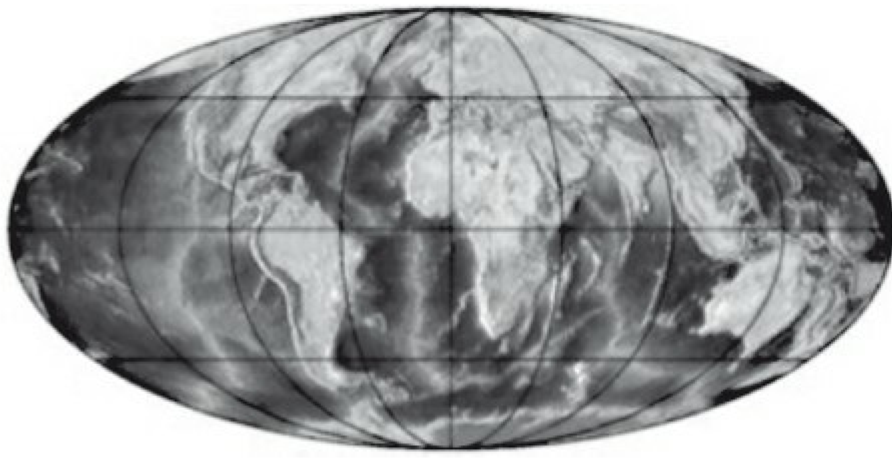
Bu ikinci, daha zor sorunun iki cevabı vardır. İlk cevap 1981'e, o zamanlar Stanford Üniversitesi'nde doktora sonrası araştırmalar yürüten genç kuramsal fizikçi Alan Guth'un evrene dair standart Büyük Patlama tablosuyla ilişkili diğer iki problem, Ufuk Problemi ve Tek Kutupluluk Problemi ile Düzlük Problemi üzerine düşündüğü zamanlara uzanır. Burada bizi Düzlük Problemi dışında, yalnızca Ufuk Problemi ilgilendiriyor, çünkü Tek Kutupluluk Problemi Düzlük ve Ufuk problemlerinin ağırlaşmış bir tekrarından ibarettir.

Ufuk Problemi, Kozmik Mikrodalga Geri Plan Işınımı'nın son derece tektip olmasıyla ilgilidir. Daha önce bahsettiğim gibi ısıda küçük sapmalar, evrenin birkaç bin yaşında olduğu zamanlar madde ve ışınımda meydana gelen, geri plan yoğunluğu ve ısısının tektip olduğu duruma kıyasla 10.000'de 1'den daha düşük bir seviyede kalan yoğunluk değişimlerini temsil eder. Küçük sapmalara odaklandığımızda bizi bekleyen daha derin, daha acil sorun şuydu: Evren en başta nasıl bu kadar tektip oldu?

Nihayetinde, daha önce gösterdiğim, ısıda 100.000'de 3-4 düzeyinde meydana gelen değişikliklerin farklı renklerle yansıtıldığı Kozmik Mikrodalga Geri Plan Işınımı görüntüsü yerine, mikrodalga göğünün çizgisel ölçekte hazırlanmış, ton farklılıklarının ortalama ısısı mutlak sıfırın yaklaşık 2.72 derece üstünde olan mikrodalga geri plan ışınımında - ve + 3 dereceye kadarki ısı değişikliklerini temsil ettiği bir ısı haritasını gösterecek olsam harita şöyle görünürdü:



Yapı bakımından seçilebilir hiçbir şeyin görülmediği bu görüntüyü, Dünya yüzeyinin birazcık daha duyarlı olarak alınmış, farklı renklerin ortalama yarı çapta yaklaşık 500'de 1'e denk gelen değişiklikleri temsil ettiği bir görüntüsüyle karşılaştırın:



İşte bu yüzden evren, çok geniş ölçeklerde *inanılmaz bir tektiplik* göstermektedir!

Bu nasıl olabilir? Basitçe, ilk zamanlarda evrenin sıcak, yoğun ve termal bakımdan dengede olduğunu varsayabiliriz. Bu, ilk evrenin her tarafı aynı ısıya ulaşıncaya dek sıcak noktaların soğumuş, soğuk noktaların ısınmış olduğu anlamına gelir.

Gelgelelim, daha önce işaret ettiğim üzere, evren birkaç bin yaşındayken, ışık yalnızca birkaç bin ışık yılı yol alabiliyordu, bu da bugünkü gözlenebilir evrenin tamamının küçük bir bölümüne karşılık gelir. (Bu eski uzunluk, bugün gözlenen son yayılmış Kozmik Mikrodalga Geri Plan Işınımı yüzeyinin tamamının haritasında yaklaşık 1 derecelik bir açıya denk gelir.) Einstein bize hiçbir bilginin ışıktan hızlı yol alamayacağını söylemişti. İşte bu yüzden, standart Büyük Patlama tablosunda, bugün gözlenebilir evrenin bir parçasının, o zamanlar, evren daha birkaç bir yaşındayken, aynı açısal ölçekte 1 dereceden daha büyük parçaların varlığı ve ısısından etkilenmiş olması mümkün değildir. Dolayısıyla bu ölçeklerde, gazın zamanla termal bir dengeye oturarak evrenin her yerinde böyle tektip bir ısı ortaya çıkarmış olması imkansızdır!

Bir parçacık fizikçisi olan Guth, evrenin ilk zamanlarında ortaya çıkmış ve bu problemi kavrayışımız açısından bizi ilgilendirebilecek süreçler üzerine kafa yorduğu sırada kesinlikle parlak bir kavrayışa ulaştı. Evren soğurken, örneğin suyun donup buz haline gelmesi ya da demir bir külçenin soğurken mıknatıslanması gibi bir tür faz geçişi yaşadıysa, yalnızca Ufuk Problemi'nin değil, Düzlük Problemi'nin de (dolayısıyla Tek Kutupluluk Problemi'nin de) çözülmesi mümkün olabilirdi.

Şöyle buz gibi soğuk bir bira içmeyi sevenlerdenseniz, başınızdan belki de şöyle bir şey geçmiştir: Buzluktan bir şişe soğuk bira çıkarırsınız, biranın açılmasıyla şişenin içindeki basınç boşaldığında, birden bira tamamen donar, hatta bu sırada şişenin bir kısmı çatlar. Böyle olur, çünkü yüksek basınçta, biranın tercih edilen en düşük enerji hali, sıvı halidir; basınç boşaltıldığındaysa tercih edilen en düşük enerji hali katı hali olur. Faz geçişi sırasında, enerji boşalabilir, çünkü bir fazdaki en düşük enerji halinin enerjisi, diğer fazdaki en düşük enerji halinin enerjisinden daha düşük olabilir. Salınan bu enerjiye "gizil ısı" denir.

Guth şunu fark etmişti: Evren Büyük Patlama sonrası genişlemeyle birlikte soğurken, genişleyen evrendeki madde ve ışınımın konfigürasyonu, bir süreliğine, meta-istikrarlı bir halde "takılıp kalmış", nihayetinde evren biraz daha soğuduğunda bu konfigürasyon ansızın bir faz değişimi geçirerek madde ve ışınımın enerji bakımından tercih edilen temel haline geçmiş olabilirdi. Faz geçişi tamamlanmadan önce evrenin "sahte vakum" konfigürasyonunda depolanmış enerjinin -buna isterseniz "gizil ısı" deyin- faz geçişi öncesindeki süre zarfında evrenin genişlemesini ciddi biçimde etkilemesi

mümkündü.

Sahte vakum enerjisi tıpkı kozmolojik bir sabit gibi davranır, çünkü boş uzaya nüfuz eden bir enerji gibi hareket eder. Bu durum evrenin o sıradaki genişlemesinin daha da hızlanmasına yol açacaktır. Nihayetinde, gözlenebilir evrenimiz haline gelecek şey, ışık hızından daha hızlı bir şekilde genişlemeye başlayacaktır. Einstein'ın hiçbir şeyin ışık hızından hızlı hareket edemeyeceğini söyleyen Özel Görelilik Yasası'nı çiğniyormuş gibi görünse de Genel Görelilik Yasası'na göre bu mümkündür. Uzayın kendisi, en azından Genel Görelilik'e göre canı ne istiyorsa yapar. Uzay genişlerken, uzayda kendi hallerinde duran uzak nesneleri, hız eşiğinin üstüne çıkan bir hızla birbirinden ayırabilir.

Öyle anlaşılıyor ki evren bu genişleme döneminde 1028 kattan fazla genişlediyse (bu inanılmaz bir rakamdır, ama evrenin ilk anlarında "şişme" sırasında saniyenin bir bölümünde gerçekleşmiş olabilecek bir şeydir) o zaman gözlenebilir evrenimizdeki her şey bir zamanlar, "şişme"den önce çok daha küçük bir bölge içinde yer alıyordu, "şişme" gerçekleşmemiş olsa ulaşabilecek olduğumuzdan çok daha küçük bir bölge. Daha da önemlisi o kadar küçük bir bölgeydi ki bu tamamının termalize olup kesin olarak aynı ısıya ulaşmasına da zaman yeterli olurdu.

"Şişme" nispeten köken niteliğinde başka bir tahmine de kapı aralar. Bir balon şişirilip büyük, daha büyük hale getirildiğinde, yüzeyindeki eğim de giderek azalır. Sabit ve büyük bir sahte vakum enerjisi sayesinde şişme döneminde olabileceği gibi boyutları katlanarak artan bir evrende de aynı şey gerçekleşir. Hatta "şişme" son bulduğunda (Ufuk Problemi çözüldüğünde), evrenin eğitimi (başlangıçta sıfır değilse) saçma denilecek kadar küçük bir değere iner, o kadar ki bugün bile evren geçerli bir ölçüm yapıldığında esasen düz görünmektedir.

Şişme evrenin hem homojenliğine hem düzlüğüne getirilebilecek, bugün ayakta kalabilir tek açıklamadır; parçacıklar ve etkileşimleriyle ilgili temel ve hesaplanabilir mikroskobik bir kurama dayanır. Ama bunun da ötesinde "şişme" çok daha dikkat çekici bir tahmine de kapıyı aralar. Daha önce betimlediğim üzere, kuantum mekaniğinin yasaları çok küçük ölçeklerde, çok kısa süreler için boş uzayın büyüklükleri arasında çok fazla farklılıklar gözlenen sanal parçacıklar ve alanların kaynayıp köpürdüğü bir kazan gibi görünebileceğini söyler. Bu "kuantum dalgalanmaları" protonlar ve atomların karakterini belirlemek açısından önemli olabilir, ama genelde protonlar ve atomlar geniş ölçeklerde görünmezdir, bize bu kadar gayri tabii gelmelerinin nedenlerinden biri de budur.

Ne var ki "şişme" sırasında, bu kuantum dalgalanmaları, aksi takdirde birbirinden farklı olacak küçük uzay bölgelerinde katlanarak genişleme döneminin ne zaman son bulacağını belirleyebilir. Farklı bölgelerde şişme (mikroskobik olarak) küçük farklarla, farklı zamanlarda son bulurken, sahte vakum enerjisinin ısı enerjisi olarak salınmasıyla birlikte bu farklı bölgelerin her birinde madde ve ışınımın yoğunluğu arasında da küçük farklar olur.

Öyle anlaşılıyor ki şişme sonrasında meydana gelen yoğunluk dalgalanmaları örüntüsü (bunların, aksi takdirde boş uzaydaki kuantum dalgalanmalarından kaynaklandığını vurgulayayım) Kozmik Mikrodalga Geri Plan Işınımı'nda geniş ölçeklerde gözlenen soğuk ve sıcak bölge örüntüsüyle kesin bir uyum göstermektedir. Tutarlılık bir kanıt değildir elbette, ama kozmologlar arasında, bir şey ördek gibi yürüyorsa, ördeğe benziyorsa, ördek gibi vaklıyorsa, o şeyin muhtemelen ördek olduğu yönünde bir kez daha giderek güçlenen bir yaklaşım vardır. Maddenin ve ışınımın yoğunluğunda ortaya çıkan, daha sonra kütleçekime dayalı çarpışmalar sonucu galaksiler, yıldızlar, gezegenler ve insanların oluşmasına neden olan küçük dalgalanmaların ardında gerçekten de şişme varsa, o zaman

esasen *hiçlik* içindeki kuantum dalgalanmaları sayesinde bugün burada olduğumuzu haklı olarak söyleyebiliriz.

Bu o kadar ilginç bir şeydir ki bir kez daha vurgulamak istiyorum. Aksi takdirde tamamen görünmez olacak kuantum dalgalanmaları, şişmeyle donmuş, şişme sonrasında da gördüğümüz her şeyi ortaya çıkaran yoğunluk dalgalanmaları olarak belirmiştir! Daha önce yazdığım gibi hepimiz yıldız tozuysak, kelimenin tam anlamıyla kuantum hiçliğinden geliyor olduğumuz da doğrudur.

Bunun sezgilere aykırılığı o kadar çarpıcıdır ki neredeyse sihir gibi görünür. Ama "şişme"ye bağlı bütün bu el çabukluğunun, özellikle kaygı vericiymiş gibi görünen en az bir yönü vardır. En başta bütün bu enerji nereden gelmiştir? Mikroskobik olarak küçük bir bölge, nasıl olur da bugün gördüğümüz her şeyi açıklayabilecek yeterli madde ve ışınımın bulunduğu, evren büyüklüğünde bir bölgeye ulaşmış olabilir?

Daha genel bir yaklaşımla şu soruyu sorabiliriz: Kozmolojik bir sabitin, yani sahte vakum enerjisinin bulunduğu genişleyen bir evrende enerjinin yoğunluğu nasıl olur da sabit kalır? Nihayetinde böyle bir evrende uzay katlanarak büyür, öyle ki enerjinin yoğunluğu aynı kalsa da herhangi bir bölgedeki toplam enerji bölgenin hacminin artmasıyla birlikte artacaktır. Enerjinin korunumuna ne oldu peki?

Bu, Guth'un nihai "bedava yemek" olarak nitelediği şeyin bir örneğidir. Kütleçekimin, evrenin nesnelerin "pozitif" enerjinin yanı sıra "negatif" enerjiye de sahip olmasını mümkün kılmasına yol açan etkileri de buna dahildir. Kütleçekimin bu yönü madde ve ışınım gibi pozitif enerjili şeylerin, negatif enerji konfigürasyonlarıyla tamamlanmasını, bunların pozitif enerjili şeylerin yarattığı enerjiyi dengelemesini mümkün kılar. Kütleçekim bunu yapmaya boş bir evrende başlayabilir ve sonuçta ortaya dolu bir evren çıkabilir.

İşin içinde bir bityeniği varmış gibi gelebilir, ama aslında birçoğumuzun düz bir evren karşısında gerçekten büyülenmemizin asıl yönünü bu oluşturur. Lise fiziğinden aşina olabileceğiniz bir şeydir bu ayrıca.

Diyelim ki havaya bir top attık. Genelde aşağı düşer. Şimdi biraz da kuvvetli fırlatalım (kapalı bir yerde olmadığınızı varsayıyoruz). Daha yükseğe çıkacak ve geri gelmeden önce daha uzun süre havada kalacaktır. Nihayet iyice kuvvetle fırlattığınızda geri gelmeyecektir. Dünya'nın kütleçekim alanından çıkacak ve kozmosta yol almaya başlayacaktır.

Topun kütleçekim alanından ne zaman çıkacağını nasıl bilebiliriz? Burada basit bir enerji hesabı yaparız. Dünya'nın kütleçekim alanında hareket eden bir nesnenin iki tür enerjisi vardır. Biri Yunanca hareket anlamına gelen *kinetik* sözcüğünden gelen *kinetik enerji*, yani hareket enerjisidir. Nesnenin hızına dayanan bu enerji her zaman pozitiftir. Enerjinin diğer bileşenine ise *potansiyel enerji* (işle ilgili enerji) denir ve genellikle negatiftir.

Bir başka nesneden sonsuz derecede uzakta hareketsiz halde bulunan bir nesnenin toplam kütleçekim enerjisini sıfır olarak tanımlamamamızın nedeni budur, akla yatkın görünmektedir. Kinetik enerjinin sıfır olduğu açıktır, bu noktada potansiyel enerjiyi de sıfır olarak tanımlarız, dolayısıyla toplam kütleçekim enerjisi sıfırdır.

Şimdi, bu nesne diğer nesnelerden sonsuz derecede uzak değilse, sözgelimi Dünya gibi bir nesneye

yakınsa kütleçekim yüzünden o nesneye doğru düşmeye başlayacaktır. Düşerken hızı artar, yolda bir şeye, örneğin başınıza çarparsa iş yapabilir, örneğin başınızı yarabilir. Nesne düşmeye başladığında Dünya'nın yüzeyine ne kadar yakınsa, Dünya'ya çarptığında o kadar az iş görür. Bu demektir ki Dünya'ya yaklaşırken potansiyel enerjisi *azalır*. Ama nesne Dünya'dan sonsuz derecede uzakken potansiyel enerjisi sıfırsa, Dünya'ya ne kadar yaklaşırsa potansiyel enerjisinin o kadar negatif hale gelmesi gerekir, çünkü Dünya'ya ne kadar yaklaşırsa iş yapma potansiyeli o kadar azalır.

Burada tanımladığım biçimiyle klasik mekanikte potansiyel enerjinin tanımı keyfidir. Bir nesnenin potansiyel enerjisini Dünya'nın yüzeyinde sıfır olarak belirlemiş olabilirim, sonra bu nesne sonsuz derecede uzaklaştığında potansiyel enerji büyük bir rakam olacaktır. Sonsuz derecede uzakta toplam enerjiyi sıfır olarak düşünmek fiziksel olarak anlamlıdır, ama en azından tartışmamızın bu noktasında bu bir düzenlemeden ibarettir.

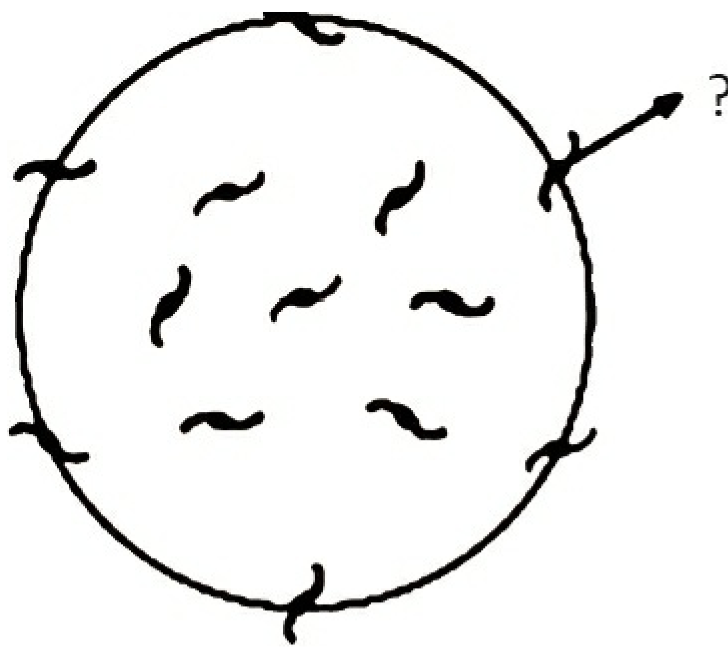
Potansiyel enerjinin sıfır olduğu noktanın nerede belirlendiği bir yana, yalnızca kütleçekim kuvvetine tabi olan nesnelerin harika bir yönü vardır, o da potansiyel ve kinetik enerjilerinin toplamının *sabit* olmasıdır. Nesneler düşerken potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür, yere çarptıklarında da kinetik enerji yine potansiyel enerjiye dönüşür, böylece devam eder gider.

İşte bu da, bir nesnenin Dünya'nın kütleçekim alanından çıkması için onu ne kadar hızlı fırlatmamız gerektiğini bulmamızı sağlayacak harika bir hesap cetveli sunuyor bize, çünkü nihayetinde Dünya'dan sonsuz derecede uzaklaşacaksa, toplam enerjisinin sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olması gerekir. Bu durumda benim yapmam gereken şey yalnızca, nesnenin elimden çıktığı andaki toplam kütleçekim enerjisinin sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olmasını sağlamaktır. Nesnenin toplam enerjisinin yalnızca bir yönünü, daha açık bir deyişle elimden çıkma hızını kontrol edebildiğim için, yapmam gereken tek şey topun pozitif kinetik enerjisinin Dünya yüzeyinin çekimi yüzünden negatif potansiyel enerjiye eşitlendiği o sihirli hızı bulmaktır. Topun kinetik enerjisi de potansiyel enerjisi de tıpatıp aynı biçimde topun kütlesine bağlıdır, bu iki enerjinin niceliği birbirine eşit olduğunda kütle de silinir ve böylece bütün nesnelerin Dünya'nın yüzeyinden uzaklaşmalarını sağlayacak tek bir "kalkış hızı" bulunur, o da yaklaşık olarak saniyede 5 mildir, nesnenin toplam kütleçekim enerjisinin kesinlikle sıfır olduğu noktadır.

Peki bütün bunların genel olarak evrenle, özel olarak şişmeyle ne alakası var, diye sorabilirsiniz. Biraz önce Dünya yüzeyinde elimle havaya fırlattığım bir topun macerasını anlatırken kullandığım hesaplamanın aynısı, genişleyen evrenimizdeki bütün nesneler için geçerlidir.

Evrenimizde, bulunduğumuz bölgeyi (Samanyolu Galaksi'sini) merkez alan küresel bir bölge düşünün, birçok galaksi içerecek kadar geniş, ama bugün gözleyebildiğimiz en uzak mesafeler içinde kalacak kadar küçük olsun:

Bu bölge yeterince genişse, ama çok geniş değilse kenarlarda kalan galaksiler Hubble genişlemesi yüzünden bizden tektip bir hızla uzaklaşıyor olacaktır, ama bu galaksilerin hızları ışık hızından çok çok daha az olacaktır. Bu durumda Newton yasaları geçerlidir, özel ve genel göreliliğin etkilerini görmezden gelebiliriz. Başka bir deyişle her nesneye, biraz önce hayal ettiğim üzere toplar ya da uzay gemilerinin Dünya'dan fırlatılmasını betimleyen fiziğin aynısı hakimdir.



Yukarıda gösterilen, dağılımın merkezinden uzaklaşan galaksiyi düşünelim. Şimdi, tıpkı Dünya'dan fırlattığımız top gibi, bu galaksinin de gösterilen alanda yer alan diğer galaksilerin kütleçekim kuvvetlerinden kaçıp kaçamayacağını sorabiliriz. Cevabı bulmak için yapacağımız hesaplama top için yaptığımız hesaplamanın tamı tamına aynısıdır. Galaksinin (ona pozitif enerji veren) dışa doğru hareketine ve (negatif enerjiyi oluşturan) komşularının kütleçekim kuvvetine dayanan toplam kütleçekimsel enerjisini hesaplarız. Galaksinin toplam enerjisi sıfırdan büyükse galaksi sonsuzluğa doğru yol alacak, sıfırdan küçükse duracak, içe doğru düşmeye başlayacaktır.

Şimdi şöyle dikkat çekici bir nokta var: Bu galaksinin toplam kütleçekimsel enerjisini ifade eden basit Newtoncu denklemi, Einstein'ın genişleyen bir evren için geçerli olan Genel Görelilik denklemini tamı tamına verecek şekilde yeniden yazabileceğimizi gösterebiliriz. Galaksinin toplam kütleçekim enerjisini ifade eden terim, Genel Görelilik'te evrenin eğimini ifade eden terim olur!

Peki bu durumda ne buluyoruz? Düz bir evrende, ama *yalnızca* düz bir evrende, genişlemeyle birlikte hareket eden her nesnenin toplam ortalama Newtoncu kütleçekim enerjisi *kesinlikle sıfırdır*!

Düz bir evreni bu kadar özel kılan da budur. Böyle bir evrende pozitif hareket enerjisi negatif kütleçekim enerjisiyle kesinlikle silinir.

Boş uzayın enerjisi olmasını mümkün görerek işleri karıştırmaya başladığımızda, bir topun havaya fırlatılması örneğiyle kurduğumuz basit Newtoncu benzerlik yanlış hale gelir, ama sonuç esasen aynıdır. Düz bir evrende, küçük bir kozmolojik sabitin bulunduğu düz bir evrende bile ölçek, yönlü hızların ışık hızından çok düşük olmasını mümkün kılacak kadar küçükse evrendeki her nesneyle ilişkili olan Newtoncu kütleçekim enerjisi sıfırdır.

Aslında bir vakum enerjisiyle, Guth'un "bedava yemeği" daha da ciddi bir hal alır. Evrenin her bölgesi genişleyip daha büyük boyutlara ulaşırken düz olmaya da giderek yaklaşır, öyle ki şişme sırasındaki vakum enerjisinin madde ve ışınıma dönüşmesi sonucu ortaya çıkan her şeyin toplam Newtoncu kütleçekim enerjisi kesinlikle sıfır haline gelir.

Ama yine de evren katlanarak genişlerken şişme sırasındaki enerji yoğunluğunun korunmasını sağlayan bütün o enerjinin nereden geldiğini sorabilirsiniz. İşte burada Genel Görelilik'in bir başka dikkat çekici yönü devreye girer. Nesnelerin yalnızca kütleçekim enerjisi değil, göreli "basınçları" da

negatif olabilir.

Negatif basıncı gözümüzde canlandırmak negatif enerjiyi canlandırmaktan daha zordur. Diyelim ki bir balonun içindeki gaz balonun duvarlarına basınç uygular. Bunu yaparken balonun duvarlarını genişletirse balonun üzerinde iş yapmış demektir. Yaptığı iş, gazın enerji kaybedip soğumasına yol açar. Gelgelelim öyle anlaşılıyor ki tam da bu durum yüzünden boş uzayın "negatif" basıncı olduğu için, enerjisi de kütleçekimsel olarak iticidir. Bu negatif basınç sonucu, evren aslında genişlerken boş uzay *üzerinde* iş yapar. Bu iş de evren genişlerken bile uzayda enerji yoğunluğunun sabit olmasını sağlamaya yarar.

Dolayısıyla, madde ve ışınımın kuantum özellikleri, çok erken zamanlarda boş uzayın sonsuz derecede küçük bir bölgesine ne kadar enerji verirse bu bölge o kadar geniş, o kadar düz olabilir. Şişme son bulduğunda, ortaya madde ve ışınımla dolu bir evren ortaya çıkabilir; bütün bu madde ve ışınımın toplam kütleçekim enerjisi de sıfıra hayal edilebileceği kadar yakın olacaktır.

İşte böyle... Toz duman yatıştığında, bir asırlık çabaların sonucunda evrenin eğimini ölçüp sıfır olduğunu bulduk. Benim gibi birçok kuramcının neden bunu tatmin edici bulmakla kalmayıp son derece manidar bulduğunu anlayabilirsiniz.

Hiç yoktan bir evren... Gerçekten!

YEDİNCİ BÖLÜM

UMUTSUZ GELECEĞİMİZ

Gelecek eskisi gibi değil.

Yogi Berra

Kendimizi hiçliğin hakimiyetindeki bir evrende bulmak bir anlamda hem ilginç hem heyecan verici. Yıldızlar ve galaksiler gibi görebildiğimiz yapıların hepsi de hiçlikten kuantum dalgalanmalarıyla yaratılmıştır. Evrenimizdeki her nesnenin ortalama toplam kütleçekim enerjisi de hiçe eşittir. Canınız isterse bu düşüncenin keyfini çıkarmaya bakın, çünkü bütün bunlar doğruysa belki de yaşanabilecek en kötü evrende yaşıyoruz, en azından hayatın geleceği açısından.

Unutmayalım, Einstein'ın Genel Görelilik Kuramı'nı geliştirmesinin üzerinden bir asır ya geçti ya geçmedi. O zamanki genel geçer mantık evrenimizin durağan ve ebedi olduğunu söylüyordu. Aslına bakarsanız Einstein, Büyük Patlama'yı ileri sürdüğü için Le Maître'i alaya almakla kalmamış, durağan bir evreni mümkün kılsın diye Kozmolojik Sabit'i de icat etmişti.

Şimdi, ondan bir asır sonra, biz bilim insanları evrenin genişlediğini, Kozmik Mikrodalga Geri Plan Işınımı'nı, karanlık maddeyi ve karanlık enerjiyi keşfettiğimiz için kendimizle gurur duyabiliriz.

Ama gelecek neler getirecek?

Şiir... Bir tür.

Evrenimizin genişlemesine görünürde boş olan uzayın enerjisinin hakim olduğunun, bu genişlemenin hızlandığı gerçeğinden hareketle çıkarsandığını hatırlayalım. Tıpkı geçen bölümde anlattığımız Şişme'de olduğu gibi, gözlenebilir evrenimiz ışık hızından hızlı bir biçimde genişlemenin eşiğindedir. Genişlemenin ivme kazanması yüzünden de işler daha da beter olacaktır.

Bu da ne kadar uzun süre beklersek, o kadar az şey görebileceğimiz anlamına geliyor. Bugün görebildiğimiz galaksiler gelecekte bir gün bizden ışıktan daha hızlı uzaklaşıyor olacaklar, bu da onları göremeyeceğimiz anlamına geliyor. Saldıkları ışık, uzayın genişlemesi karşısında ilerleme kaydedemeyecek ve bir daha bize ulaşmayacak. Bu galaksiler ufkumuzdan silinip gitmiş olacaklar.

Bunun gerçekleşme biçimi düşünebileceğinizden biraz farklıdır. Galaksiler birden kaybolmayacak ya da geceleyin gökyüzünde birdenbire sönüvermeyecekler. Uzaklaşma hızları ışık hızına yaklaşırken, onlardan gelen ışık daha fazla kırmızıya kayacak. Nihayetinde galaksilerin görünebilir ışıkları kızılaltı ışınlara, mikrodalgaya, radyo dalgasına vs.'ye dönecek ve görünebilir evrenin boyutlarından daha büyük boyutlara ulaşacak, bu noktada da galaksiler resmen görünmez olacaklar.

Bunun yaklaşık olarak ne kadar zamanda gerçekleşeceğini hesaplayabiliyoruz. Bizim yerel galaksi topluluğumuzdaki galaksilerin hepsi de karşılıklı kütleçekimle birbirlerine bağlı olduklarından, bu galaksiler, Hubble'ın keşfettiği üzere evrenin geri plandaki genişlemesiyle bizden uzaklaşmayacaklar.

Bizim grubumuzun hemen dışındaki galaksiler, nesnelerin uzaklaşma hızının ışık hızına yaklaştığı noktaya olan mesafenin yaklaşık olarak 5000'de 1'i kadar bir mesafede bulunuyor. Bu galaksilerin o noktaya ulaşması 150 milyar yıl, evrenin bugünkü yaşının 10 katı kadar bir zaman alacak, o noktada

galaksilerin içindeki yıldızlardan gelen ışığın tamamı yaklaşık olarak 5000 kat kırmızıya kaymış olacak. Yaklaşık olarak 2 trilyon yıl içindeyse, ışıkları, dalgaboyları görünebilir evrenin boyutlarına eşit olacak miktarda kırmızıya kaymış olacak, evrenin geri kalanı da kelimenin tam anlamıyla ortadan kaybolmuş olacak.

İki trilyon yıl uzun bir süre gibi görünebilir, öyledir de. Ama kozmik bir anlamda, sonsuzluğun yanında solda sıfır kalır. En uzun ömürlü (bizim Güneş'imizle aynı evrim tarihinden geçmiş) "ana sekans" yıldızlarının ömürleri Güneş'imizin ömründen çok çok daha uzundur, bu yıldızlar 2 trilyon yıl sonra hâlâ parlıyor olacaklardır (ama bizim Güneş'imiz 5 milyar yıla kalmadan sönecektir). Bu yüzden de uzak gelecekte bu yıldızların çevresindeki gezegenlerde, güneş enerjisiyle yaşayan, su ve diğer organik maddelerin bulunduğu medeniyetler bulunabilir. Bu gezegenlerde teleskopları olan astronomlar olabilir. Ama kozmosa baktıklarında, bugün görebildiğimiz her şey, görünebilir evrenimizde bulunan 400 milyar galaksinin tamamı ortadan kaybolmuş olacaktır!

İşte bu argümana dayanarak, henüz gözleyebileceğimiz ne varsa gözlemeye vaktimiz varken kozmoloji çalışmaları bir an önce finanse edilsin diye Kongre'ye uyarıda bulunmuştum! Gelgelelim bir kongre üyesi için iki yıl uzun bir süredir. İki trilyon ise akla hayale sığmaz.

Her halûkârda uzak geleceğin astronomları neler kaçırdıklarını bilebilseler büyük bir şaşkınlığa uğrarlardı, ama bilemeyecekler. Çünkü benim ve Vanderbilt Üniversitesi'nden meslektaşım Robert Scherrer'ın birkaç yıl önce fark ettiği üzere evrenin geri kalanı gözden kaybolmakla kalmayacak, bir Büyük Patlama'yla doğmuş, genişleyen bir evrende yaşadığımızı söyleyen kanıtların tamamı da ortadan kaybolacak, bu kaybolmanın sorumlusu olan boş uzaydaki karanlık enerjinin varlığına dair bütün kanıtlar da tabii.

Bir asırdan kısa bir süre önce genel geçer mantığa göre evren durağan ve ebediydi, gezegenler geliyor gidiyordu, ama geniş ölçeklerde evrenin kendisi olduğu gibi duruyordu. Gelecekte, gezegenimiz ve medeniyetimizden geri kalan ne varsa hepsinin tarihin çöplüğünü boylamasından çok çok sonra, medeniyetimizi 1930'lara kadar getiren bu illüzyon, öyle görünüyor ki geri dönecektir, öç almak için.

Büyük Patlama'ya ampirik olarak geçerlilik kazandıran temel sütun niteliğinde üç gözlem bulunmaktadır, bu demektir ki Einstein ile LeMaître hiç yaşamamış olsalar bile evrenin sıcak, yoğun bir halde başladığını şu veya bu şekilde kabul etmek zorunda kalacaktık. Bu üç gözlem şunlardır: Gözlenen Hubble genişlemesi, Kozmik Mikrodalga Geriplan Işınımı'nın gözlenmesi, evrende hafif elementlerin -hidrojen, helyum ve lityum- ölçtüğümüz bolluğu ile tahminlere göre bu elementlerin evrenin tarihinin ilk birkaç dakikasında ortaya çıkan miktarı arasındaki uyuşma.

Hubble genişlemesiyle başlayalım. Evrenin genişlediğini nereden biliyoruz? Uzak nesnelerin uzaklaşma hızlarını mesafelerinin fonksiyonu olarak ölçüyoruz. Gelgelelim (kütleçekimsel olarak bağlı olduğumuz) yerel topluluğumuzun dışındaki bütün görünebilir nesneler ufkumuzdan silinip gittiklerinde genişlemenin izini sürebileceğimiz ipucu da kalmayacak, gözlemcilerin izleyebileceği ne bir yıldız, ne bir galaksi, ne bir kuasar ne de büyük bir gaz bulutu kalacak. Genişleme o kadar etkili olacak ki halihazırda bizden uzaklaşmakta olan bütün nesneleri görüş mesafemizden çıkaracak.

Üstelik, yaklaşık olarak bir trilyon yılı bulmayan bir zaman diliminde, yerel grubumuzdaki bütün galaksiler birleşerek büyük bir galaksi oluşturacak. Uzak gelecekteki gözlemciler, az çok, 1915'teki gözlemcilerin gördüklerini düşündükleri şeyi görecekler: Yıldızlar ve gezegenlerin bulunduğu,

bomboş, durağan uzayla çevrelenmiş tek bir galaksi.

Ayrıca şunu da hatırlayalım: Boş uzayın enerjisi olduğu yolundaki kanıtların tamamı, genişleyen evrenimizin genişleme hızının artışına dair gözlemlerden elde edilmiştir. Ama yine, genişlemenin izini sürmeyi sağlayacak ipuçları olmaksızın, genişleyen evrenimizin ivmelenmesi gözlenemez olacaktır. İlginç bir tesadüf ama, bizler evrenin tarihinde, boş uzaya nüfuz etmiş karanlık enerjinin varlığının tespit edilebileceği yegane dönemde yaşıyoruz. Bir dönem birkaç milyar yıl sürer, doğru, ama ebediyen genişleyen bir evrende bu süre kozmik bir göz açılıp kapanıncaya kadar geçip gider.

Boş uzayın enerjisinin kabaca sabit olduğunu varsayarsak, kozmolojik bir sabit olması halinde olacağı gibi, daha önceki tarihlerde madde ve ışınımın enerji yoğunluğu boş uzaydaki enerjiyi çok çok aşardı. Bunun sebebi, evren genişledikçe madde ve ışınım yoğunluğunun genişlemeyle birlikte, parçacıklar arasındaki mesafe arttığı, her hacimde daha az nesne bulunduğu için azalmasıdır. Daha önceki devirlerde, diyelim ki 5-10 milyar yıl önce madde ve ışınımın yoğunluğu bugün olduğundan daha fazla olacaktı. Bu yüzden şimdi ve daha önceki devirlerde evrene, kütleçekimsel kuvvetleri olan madde ve ışınım hakim olmuştur. O ilk devirlerde evrenin genişlemesi yavaşlıyordu, boş uzaydaki enerjinin kütleçekimsel enerjisi ise bu yüzden gözlenemez durumda olsa gerekti.

Aynı nedenden, uzak gelecekte, evren birkaç yüz milyar yaşındayken, madde ve ışınımın yoğunluğu çok çok daha azalacak, karanlık enerjinin ortalama yoğunluğunun evrende mevcut bütün madde ve ışınımın yoğunluğundan milyonlarca kat daha büyük olduğu hesaplanabilir olacaktır. O uzak gelecekte evrenin kütleçekim dinamikleri, geniş ölçeklerde, karanlık enerjinin hakimiyetinde olacaktır. Ne var ki o uzak çağda, hızlanmış olan genişleme de esasen gözlenemez hale gelecektir. Bu anlamda, boş uzayın enerjisi, niteliği yüzünden, gözlenebilir olduğu sonlu bir zaman olduğunu söyler; dikkat çekicidir ki bizler de o kozmolojik zaman diliminde yaşıyoruz.

Peki Büyük Patlama'nın diğer temel sütunu? Evrenin bebeklik fotoğrafını doğrudan sunan Kozmik Mikrodalga Geriplan Işınımı? Öncelikle gelecekte evren çok daha hızlı genişleyeceğinden Kozmik Mikrodalga Geriplan Işınımı'nın ısısı da düşecektir. O zaman gözlenebilir evren bugün olduğundan yaklaşık 100 kat daha büyük olacağı için, Kozmik Mikrodalga Geriplan Işınımı'nın ısısı da 100 faktör azalacak, yoğunluğu, yani içinde depolanan enerjinin yoğunluğu da 100 milyon faktör düşecek, bu yoğunluğu belirlemek bugün olduğundan 100 milyon kat daha zorlaşacaktır.

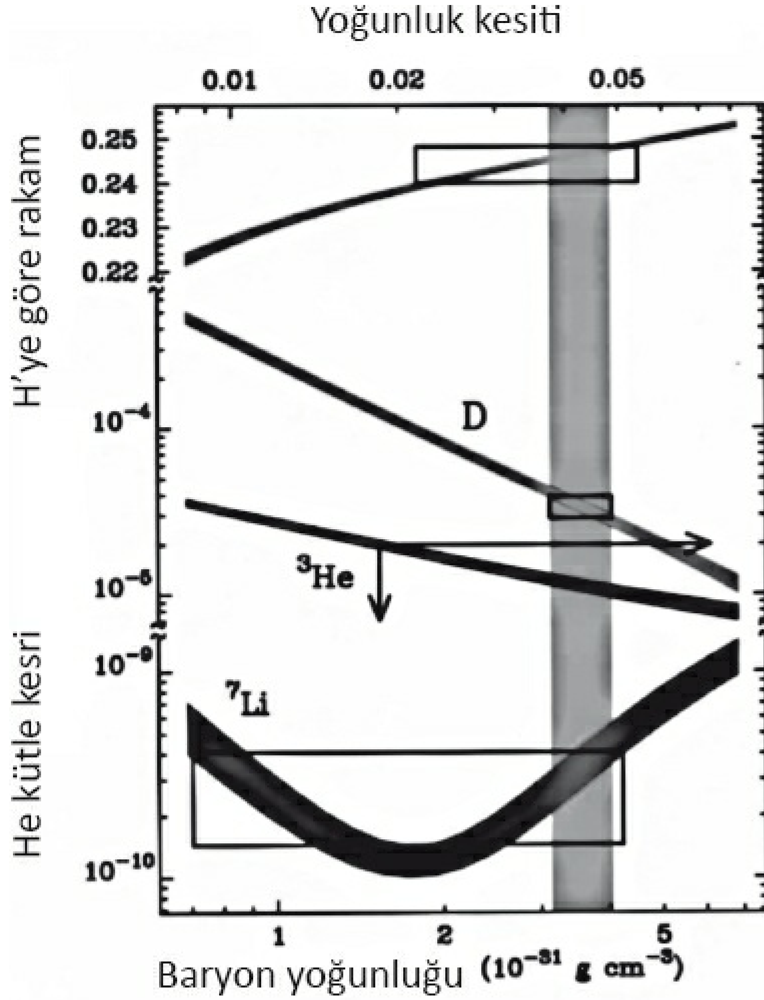
Ama nihayetinde Dünya üzerindeki başka bütün elektronik gürültüler arasında Kozmik Mikrodalga Geriplan Işınımı'nı tespit edebildik, uzak gelecekteki gözlemcilerin bugün bize lutfedilenlerden 100 milyon kat daha akıllı olabileceğini hayal edebiliriz, yani bütün umutlarımızı kaybetmiş değiliz. Ne var ki uzak gelecekte insanın düşünebileceği en parlak gözlemci, yapılabilecek en duyarlı aygıtlarla çalışsa bile esasen talihsiz olacak. Çünkü galaksimizde (ya da bizim galaksimiz beş milyon yıl sonra en başta Andromeda'yla olmak üzere komşularıyla birleştiğinde oluşacak meta-galakside) yıldızlar arasında sıcak gaz vardır ve bu gaz iyonize olmuştur, öyle ki içinde serbest elektronlar vardır, bu yüzden de bir plazma gibi davranır. Daha önce betimlediğim üzere böyle bir plazma birçok ışınım tipini yansıtmaz, mattır.

"Plazma frekansı" denilen bir şey vardır, bunun altında ışınım emilmeksizin bir plazmaya giremez. Galaksimizdeki serbest elektronların halihazırda gözlenen yoğunluğuna dayanarak galaksimizdeki plazma frekansını tahmin edebiliriz, bunu yaptığımızda Büyük Patlama'dan gelen Kozmik Mikrodalga Geriplan Işınımı'nın büyük bölümünün, evren bugünkü yaşının yaklaşık elli katına ulaştığında gerilip

o sırada meta-galaksimizin plazma frekansının altında kalacak kadar uzun dalgaboylarına, dolayısıyla düşük frekanslara ulaşacaktır. Bundan sonra ışınımın (meta)galaksimize girip gözlenmesi esasen mümkün olmayacaktır, gözlemci ne kadar titiz olursa olsun. Kozmik Mikrodalga Geriplan Işınımı da kaybolacaktır.

Dolayısıyla evrenin genişlemesi gözlenemeyecektir, Büyük Patlama'dan arta kalan bir pırıltı olmayacaktır. Peki ya yine Büyük Patlama'nın doğrudan bir imzasını oluşturan hafif element (hidrojen, helyum ve lityum) bolluğuna ne olacaktır?

Birinci bölümde anlatmıştım: Ne zaman Büyük Patlama'ya inanmayan biriyle karşılaşsam onlara cüzdanımda kart olarak taşıdığım şu aşağıdaki şekli göstermeye bayılıyorum. Sonra da "Bakın! Büyük Patlama oldu!" diyorum.



Bu şekil çok karmaşık görünüyor, biliyorum, ama aslında halihazırdaki Büyük Patlama anlayışımıza dayanarak hidrojene nazaran helyum, deteryum, helyum-3 ve lityumun tahmin edilen göreli bolluğunu gösteriyor. Yukarıda, sağa doğru yükselen eğri tahmin edilen helyum bolluğunu gösteriyor. Helyum evrende, ağırlığı itibarıyla, hidrojenden (en bol element) sonra ikinci bol elementtir. Ondan sonraki sağa doğru aşağı inen iki eğri sırasıyla tahmin edilen deteryum ve helyum-3 bolluğunu gösteriyor, ağırlık değil de hidrojene kıyasla atomlarının sayısı itibarıyla. Son olarak en alttaki eğri bir sonraki hafif elementin, lityumun tahmin edilen bolluğunu yine atom sayısı itibarıyla temsil ediyor.

Elementlerin tahmin edilen bolluğu, bugün evrendeki (atomlardan oluşan) normal maddenin varsayılan toplam yoğunluğunun bir fonksiyonu olarak düşünülür. Bu nicelikteki değişiklikler, tahmin

edilen bütün element miktarlarının gözlemlerimize uygun bir bileşimini oluşturmamış olsaydı, sıcak bir Büyük Patlama'da oluştukları tezine karşı güçlü bir kanıt bulmuş olurduk. Unutmayalım ki bu elementlerin tahmin edilen miktarı hemen hemen 10 büyüklük düzeni kadar farklılık gösterebilir.

Eğrilerin her biriyle ilişkilendirilmiş gölgelendirilmemiş kutular, galaksimizin içi ve dışındaki eski yıldızlar ve sıcak gazla ilgili gözlemlerimize dayanarak bu elementlerin fiilen tahmin edilen ilk miktarının, hangi yelpazeye yayılabileceğini gösterir.

Gölgeli dikey şeritse bütün tahminler ve gözlemlerin uyuştuğu bölgeyi temsil eder. Bütün hafif elementlerin ortaya çıktığı, çok erken zamanlarda gerçekleşmiş sıcak bir Büyük Patlama'nın, tahmin edilen miktarları 10 büyüklük düzeninde farklılıklar gösteren elementlerle ilgili tahminler ve gözlemler arasındaki bu uyuşmadan daha somut bir kanıtla desteklenmesi zordur.

Bu dikkat çekici uyuşmanın ne anlama geldiğini daha kuvvetle vurgulayarak tekrarlamakta yarar görüyorum: Gece gökyüzünü dolduran yıldızların yapıtaşları olduğu sonucuna vardığımız hafif elementler hidrojen ve deteryum, helyum ve lityumun bolluğunu kesin olarak üretebilecek nükleer tepkimeler, ancak ve ancak bugün görünebilen galaksilerde maddenin gözlenen yoğunluğuna çok yaklaşan bir ilk proton ve nötron bolluğuyla ve bugün Kozmik Mikrodalga Geriplan Işınımı'nın gözlenen yoğunluğuna tam olarak denk düşen bir kalıntı bırakan bir ışınım yoğunluğuyla gerçekleşen sıcak bir Büyük Patlama'nın ilk saniyelerinde ortaya çıkmıştır.

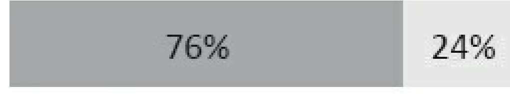
Einstein'ın da söyleyebileceği gibi ancak ve ancak çok kötücül (dolayısıyla da ona göre tahayyül edilemez bir Tanrı) böyle bir şeye sebep olmaksızın, bu kadar açık bir şekilde kökeninde bir Büyük Patlama'nın yattığına işaret eden bir evren yaratabilir.

Aslına bakarsanız, çıkarsanan helyum bolluğuyla Büyük Patlama'dan kaynaklanan tahmini helyum bolluğu arasındaki kaba uyuşmanın 1960'larda ilk kez gösterilmesi, Büyük Patlama tablosunun, o zamanlar Fred Hoyle ve meslektaşlarının başını çektiği, o zamanlar çok popüler olan durağan haldeki evren modeline karşı zafer kazanmasını sağlayan kilit önemdeki verilerden biri olmuştu.

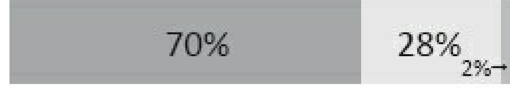
Ne var ki uzak gelecekte işler hayli farklı olacaktır. Örneğin yıldızlar hidrojen yakar ve helyum üretirler. Bugün evrende gözlenen bütün helyumun yaklaşık yüzde 15'i Büyük Patlama'dan bu yana geçen zaman içinde yıldızlar tarafından üretilmiş olabilir. Bu da gördüğümüz şeyin ortaya çıkması için bir Büyük Patlama'nın gerçekleşmiş olması gerektiği yolunda zorlayıcı bir kanıttır. Gelgelelim uzak gelecekte böyle bir şey söz konusu olmayacaktır, çünkü kuşaklarca yıldız yaşayıp ölmüş olacaktır.

Örneğin evren üç trilyon yaşına geldiğinde yıldızlarda Büyük Patlama'da ortaya çıkandan çok daha fazla helyum üretilmiş olacaktır. Bu durum aşağıdaki tabloda gösteriliyor:

Büyük Patlama
Nükleosentez sonrası



Bugün
Güneş'teki bolluk



1 trilyon yıl sonra
Ağır bir gelecek



Hidrojen
Helyum
Helyumdan ağır elementler

Görünen madde evreninin yüzde 60'ı helyumdan oluşuyorken, gözlemlerle bir uyuşmanın olması için ilk helyumun sıcak bir Büyük Patlama'da ortaya çıkmış olması zorunluluğu olmayacaktır.

Ne var ki uzak gelecekte bazı medeniyetlerdeki gözlemciler ve kuramcılar bu veriyi evrenin yaşının sonlu olduğunu çıkarsamak için kullanabileceklerdir. Yıldızlar hidrojen yakıp helyum çıkardıklarından ötürü, hidrojen ile helyum arasındaki oranın daha fazla erimemesi için uzun ömürlü yıldızların var olmasının bir üst sınırı olacaktır. Dolayısıyla gelecekteki bilim insanları yaşadıkları evrenin üç trilyon yıldan daha genç olacağı tahmininde bulunacaktır. Ne var ki gelecekteki tek (meta)galaksimizin en başta bir şekilde kendiliğinden yaratılmış olması yerine, başlangıçta bir Büyük Patlama olduğuna dair doğrudan bir imza olmayacaktır.

Unutmayalım ki LeMaître Büyük Patlama'ya dair iddiasını, Einstein'ın Genel Görelilik kuramı üzerine düşünerek geliştirmişti. Uzak gelecekteki gelişmiş herhangi bir uygarlığın fizik kanunlarını, elektromanyetizmayı, kuantum mekaniğini ve genel göreliliği keşfedebileceğini varsayabiliriz. Uzak gelecekteki bir LeMaître de benzer bir iddiada bulunabilecek midir acaba?

LeMaître'in, evrenimizin Büyük Patlama'yla başlamak zorunda olduğu sonucuna varması kaçınılmazdı, ama bu sonuç uzak gelecekte gözlenebilir evren açısından geçerli olmayacak bir varsayıma dayanıyordu. Bütün yönlere tektip olarak yayılan maddeyle dolu, izotropik ve homojen bir evren, LeMaître ve nihayetinde Einstein'ın kabul ettiği gerekçeler yüzünden durağan olamaz. Ne var ki Einstein Denklemleri'nin boş, durağan bir uzayın çevrelediği tek bir büyük sistem için de son derece iyi bir çözümü vardır. Nihayetinde böyle bir çözüm mevcut değilse, genel görelilik nötron yıldızları ya da nihayetinde kara delikler gibi yalıtılmış nesneleri betimleyemezdi.

Galaksimiz gibi geniş kütle dağılımları kararsızdır, bu yüzden nihayetinde (meta)galaksimiz çöküp büyük bir kara delik oluşturacaktır. Bu durum Einstein'ın denkleminin Schwarzchild çözümü denilen durağan bir çözümüyle betimlenir. Fakat galaksimizin çöküp büyük bir kara delik oluşturma takvimi, evrenin geri kalanının kaybolmasının takviminden daha uzundur.

Dolayısıyla galaksimizin genişleyen bir evrenin içinde yer almasını gerektirmeksizin ve boş uzayda

ciddi bir çöküş olmaksızın bir trilyon yıldır var olduğunu tahayyül etmek geleceğin bilim insanlarına doğal gelecektir.

Elbette ki gelecekle ilgili spekülasyonlarda bulunmak korkunç derecede zordur. Bu satırları aslında İsviçre'nin Davos kentinde, piyasaların gelecekteki davranışını tahmin eden ve korkunç derecede yanıldıklarını anladıklarında tahminlerini değiştiren ekonomistlerle dolu Dünya Ekonomik Forumu'nda bulunduğum sıralarda yazıyorum. Genel olarak şunu söyleyebilirim: Bilim ve teknolojinin uzak geleceğine, hatta o kadar da uzak olmayan geleceğine ilişkin tahminleri üzücü ve bilimin tahminlerinden daha uçuk buluyorum. Hatta bana bilimin yakın geleceğine, bir sonraki büyük atılımın ne olacağına dair sorular yöneltildiğinde, bilseydim, üzerinde çalışıyor olurdum cevabını yapıştırıveriyorum.

Yani, bu bölümde sunduğum tabloyu, Dickens'ın *A Christmas Carol* adlı kitabında üçüncü hayaletin sunduğu gelecek tablosuymuş gibi düşünmeyi seviyorum. Bu *olabilecek* bir gelecek. Nihayetinde, boş uzaya yayılmış karanlık enerjinin ne olabileceğine dair bir fikrimiz olmadığından, Einstein'ın Kozmolojik Sabiti gibi davranıp davranmayacağını, sabit kalıp kalmayacağını da kesin olarak bilemeyiz. Sabit kalmazsa evrenin geleceği çok daha farklı olabilir. Genişleme ivmelenmeye devam etmeyip bir kez daha zamanla yavaşlama sürecine girebilir, böylece uzaktaki galaksiler de kaybolmaz. Belki de bugün henüz tespit edemediğimiz, ama gelecekte astronomlara bir zamanlar bir Büyük Patlama olduğuna dair kanıtlar sunabilecek, gözlenebilir yeni nicelikler olabilir.

Yine de bugün evren hakkında bildiğimiz her şeye dayanarak çizdiğim gelecek tablosu en akla yatkın tablodur; mantık, akıl ve amprik verilerin yine de bir şekilde, geleceğin bilim insanlarını evrenimizin temel niteliklerini doğru olarak çıkarsamaya yöneltip yöneltmeyeceğini, yoksa bu niteliklerin ebediyen ufkun ötesinde gizli mi kalacağını düşünmek büyüleyicidir. Kuvvetlerin ve parçacıkların temel niteliklerini araştıran parlak bir bilim insanı Şişme'nin olması gerektiğini ya da boş uzayda enerji olması gerektiğini ileri sürecek, görünebilir ufukta neden hiç galaksi olmadığını açıklayabilecek kuramsal bir tablo da geliştirebilir. Ama bu konuda çok da umutlu değilim.

Nihayetinde fizik deneyler ve gözlemlerle ilerleyen ampirik bir bilimdir. Karanlık enerjinin varlığını gözlemlerimize dayanarak çıkarsamış olmasaydık bunu ileri sürecek kadar cesur bir kuramcı korkarım bugün çıkmazdı. Büyük Patlama'nın gerçekleşmemiş olduğu durağan bir evrende tek bir galaksi tablosunda birşeylerin yanlış olabileceğine dair somut bazı işaretler (belki de elementlerin miktarlarının anormal göründüğü sonucuna varan gözlemler gibi) tahayyül etmek mümkün olsa da Occam'ın kılıcının en basit tablonun en doğrusu olduğunu, anormal gözlemlerin bazı yerel etkilerle açıklanabileceğini ileri süreceğine dair kuşkularım var.

Bob Scherrer ile benim, geleceğin bilim insanlarının yanlışlanabilir veri ve modeller kullanacağını (iyi bilimin ideali) ama bu süreçte evrenin hatalı bir tablosunu ortaya çıkaracaklarını ortaya koyduğumuzdan bu yana, birçok meslektaşımız evrenin uzak gelecekte aslında genişliyor olacağını araştırmanın çeşitli yollarını ileri sürmeye çalıştılar. Ben de olası deneyleri düşünebiliyorum. Ama bunların ardındaki itkinin yeterli olacağını göremiyorum.

Örneğin galaksimizdeki parlak yıldızların evrenin olası genişlemesinden etkilenip etkilenmediğini araştırabilmek için, bu yıldızların galaksimizden çıkarılıp uzaya gönderilmesi, sonra yaklaşık bir milyar yıl patlamalarının beklenmesi, ardından patlamadan önce ulaştıkları mesafenin bir fonksiyonu olarak gerileme hızlarının gözlenmesi gerekir. İddialı, ama böyle bir şeyin gerçekleştiğini hayal

edebilseniz bile, geleceğin Ulusal Bilim Vakfı'nın evrenin genişliyor olduğunun savunulması lehine bir başka saik olmaksızın bu deneyi finanse edeceğini sanmıyorum. Galaksimizdeki yıldızlar bir şekilde çıkarılsa, ufka doğru hareket ederken belirlenebilseler bile bu nesnelerin bazılarının anormal bir biçimde ivme kazandığı yolundaki gözlemlerin, karanlık enerjinin hakimiyetindeki genişleyen bir evren gibi cesur ve tuhaf bir varsayım bağlamında yorumlanıp yorumlanamayacağı bana pek açık görünmüyor.

Şu anda hayatta olduğumuz için kendimizi şanslı görebiliriz. Yani Bob ve benim kaleme aldığımız bir makalede dile getirdiğimiz üzere: "Çok özel bir devirde yaşıyoruz... Çok özel bir devirde yaşadığımızı gözlemsel olarak doğrulayabileceğimiz tek devirde!"

Biraz nükteli konuşmuştuk, ama insanın elindeki en iyi gözlem aygıtlarını ve kuramsal araçları kullanıp yine de evrenin geniş ölçekte tamamen hatalı bir tablosunu çizebileceğini öne sürmek ciddiye alınası bir şeydir.

Yine de eksik veriler yanlış bir tabloya yol açabilirse de bu, gerçeklikle ilgili kanıtlarımıza ters düşen (genç dünyalılar örneğinde olduğu gibi) bir yaratılış tablosu uydurmak üzere ampirik verileri görmezden gelmeyi tercih edenlerin ya da kendi yaratılış görüşlerini önyargılarıyla uzlaştırmak için ilahi zeka gibi hakkında gözlenebilir hiçbir kanıt bulunmayan bir şeyin varlığını gereksinenlerin, daha da beteri doğa hakkında, sorular sorulmadan cevapları varsayabilen peri masallarına asılıp kalanların ulaştığı (hatalı) tablodan çok farklıdır. En azından geleceğin bilim insanları tahminlerini ellerindeki en iyi kanıtlara dayandırıyor, hepimizin ya da en azından bilim insanlarının yaptığı gibi yeni kanıtların gerçekliğin temel tablosunda değişiklikler yapmamıza yol açabileceğini kabul edeceklerdir.

Bu noktada, 10 milyar yıl önce ya da 100 milyar yıl sonra yaşamış olsak gözleme imkanı bulabileceğimiz bir şeyleri, bugün kaçırıyor olduğumuzu söylemekte yarar var. Yine de Büyük Patlama'yla ilgili genel tablonun her alandan gelen verilerle, genel özellikleri itibarıyla geçersizliği kanıtlanamayacak kadar sıkı bir biçimde desteklendiğini vurgulamam gerekiyor. Ne var ki uzak geçmişin, uzak geleceğin ya da Büyük Patlama'nın kökenine ilişkin incelikli ayrıntıların ve Büyük Patlama'nın uzaydaki olası benzersizliğinin yeni ve nüanslı bir biçimde anlaşılması yeni verilerle kolayca birleşebilir. Aslında umarım birleşir de... Evrendeki hayatın ve zekanın gelecekteki olası sonundan çıkarabileceğimiz derslerden biri de iddialarımızda biraz kozmik tevazu bulunması gerektiğidir, böyle bir şey kozmologlar için zor olsa da.

Hangisi olursa olsun, biraz önce anlattığım senaryonun, aynı derecede trajik olmakla birlikte şiirsel bir yanı vardır. Uzun yıllar sonra gelecekte bilim insanları geçen yüzyılın başında elimizde olan, kozmolojideki modern devrimlere yol açan araştırmaları tetikleyen evren tablosunu hatırlatan bir evren tablosunu ortaya çıkaracaklardır. Kozmoloji tam bir devri tamamlayacaktır. Şahsen ben bunu çok dikkat çekici buluyorum, bazılarının Güneş'in altında geçirdiğimiz kısa anın nihai verimi olarak görebileceği şeyin altını çiziyor olsa da.

Ne olursa olsun, kozmolojinin gelecekteki olası son bulma biçiminin resmettiği temel sorun, test edebileceğimiz bir tek evren olmasıdır, o da içinde yaşadığımız evrendir. Ama onu sınarken, bugün gözlediğimiz evrenin nasıl ortaya çıktığını anlama umudumuz olsun istiyorsak da hem ölçebileceklerimiz hem de verileri yorumlama biçimimiz açısından sınırlılıklarla karşı karşıyayız.

Birçok evren varsa, bir şekilden birden fazlasını araştırabilirsek, hangi gözlemlerin gerçekten

önemli ve temel önemde olduğunu, hangilerinin sırf içinde bulunduğumuz koşullar yüzünden ortaya çıktığını öğrenme şansımız artar.

Biraz sonra göreceğimiz üzere, ikinci olasılık muhtemel değilse de ilk olasılık muhtemeldir, bilim insanları da evrenimizin beklenmedik ve tuhaf özelliklerine dair kavrayışımızı ilerletecek yeni testler ve yeni öneriler için bastırmaktadır.

Ne var ki ilerlemeden önce, burada sunduğum olası geleceğin daha edebi, bu konunun kitabıyla yakından ilgili bir başka tablosuyla bitireyim. Christopher Hitchens'ın biraz önce betimlediğim senaryoya verdiği cevapta yatıyor bu tablo: "Birşey Evreni'nde yaşamamızı dikkat çekici bulanlar, bekleyin. Hiçlik doğruca bizimle çarpışmaya doğru ilerliyor!"

SEKİZİNCİ BÖLÜM

BÜYÜK BİR KAZA MI?

Bir yaratıcı ve bir plan olduğunu varsaymak, insanları, hasta olmak için yaratıldığımız, iyi olmamızın buyurulduğu zalimce bir deneyin nesneleri haline getirir.

Christopher Hitchens

Öyle bir donanımımız var ki başımıza gelen her şeyin önemli ve anlamlı olduğunu düşünürüz. Rüyamızda bir arkadaşın kolunu kıracağını görürüz, ertesi gün bileğini burktuğunu öğreniriz. Vay canına! Kozmik bir şey işte! Yoksa geleceği mi gördüm?

Fizikçi Richard Feynman insanlara "Bugün başıma ne geldi, anlatsam inanmazsın! İnanamazsın!" demeye bayılırdı. Ne olduğunu soranlara da "Kesinlikle hiçbir şey!" cevabını verirdi. Söylemeye çalıştığı şey şuydu: Yukarıda anlattığım gibi bir rüya gördüğümüzde, insanlar ona bir anlam verirler. Ama hiçbir şekilde hiçbir öngörüde bulunmayan onlarca saçma rüya gördüklerini unuturlar. Gün içinde çoğunlukla dikkat çekici hiçbir şey olmadığını unuttuğumuzdan, olağandışı bir şey gerçekleştiğinde olasılığın doğasını yanlış okuruz: Yeterince çok sayıda olay arasında olağandışı bir şeyin kazara gerçekleşmesine elimiz mahkumdur.

Bu durum evrenimiz açısından nasıl geçerli olabilir?

Boş uzayın enerjisinin sıfır olmadığının, bunun yanı sıra parçacık fiziğinin ileri sürdüğü fikirlere deyanarak bahsettiğim tahminden 120 büyüklük düzeni daha küçük bir değerde olduğunun keşfedilmesine kadar, fizikçiler arasında genel kabul gören mantık doğada ölçtüğümüz temel parametrelerin hepsinin anlamlı olduğu yönündeydi. Bununla şunu kast ediyorum: Bir şekilde, temel ilkelere dayanarak kütleçekimin neden doğadaki diğer kuvvetlerden çok daha zayıf, protonun neden elektrondan 2000 kat daha ağır, neden üç temel parçacık ailesi olduğunu kaçınılmaz olarak anlayabilecektik. Bir başka deyişle, doğa kuvvetlerine en küçük ölçeklerde hükmeden temel kanunları anladığımızda, bütün bu gizemler de bu kanunların doğal sonuçları olarak gözler önüne seriliverecekti.

(Öte yandan tümüyle dini bir argüman bütün temel sabitlerin anlamlı olduğunu, çünkü Tanrı'nın evrenimiz için çizilmiş ilahi bir tasarımın bir parçası olarak her birinin sahip olduğu değerde olmasını seçtiğini ileri sürerek anlamı aşırıya çekecektir. Bu durumda hiçbir şey tesadüfi değildir, yine aynı sebepten hiçbir şey öngörülemez ya da açıklanamaz. Hiçbir yere gitmeyen ve inananı rahatlamak dışında, evrene hükmeden fizik kanunlarıyla ilgili hiç yararlı bir şey üretmeyen bir argümandır bu.)

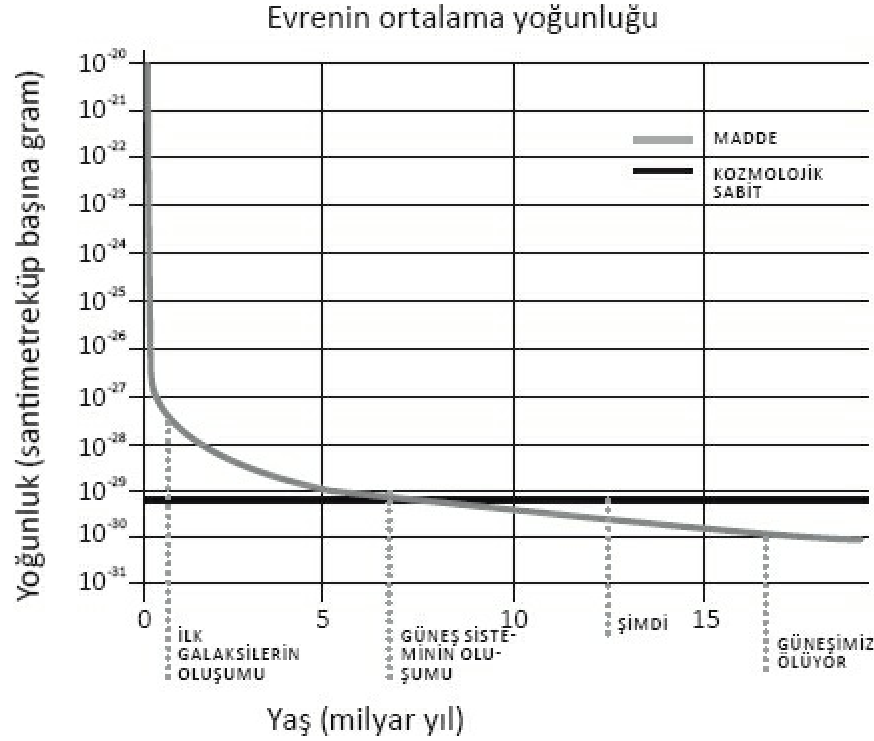
Ne var ki boş uzayda enerji olduğunun keşfedilmesi, birçok fizikçiyi doğada neyin gerektiği ve neyin tesadüf olduğu yolundaki fikirlerini yeniden gözden geçirmeye yöneltti.

Bu yeni modeli harekete geçiren şey, son bölümde verdiğim argümandan kaynaklanıyordu: Karanlık enerji bugün ölçülebilir, çünkü "şimdi" evrenin tarihinde boş uzaydaki enerjinin maddenin enerji yoğunluğuna yakın olduğu tek zamandır.

Peki bizler neden evrenin tarihinde böyle "özel" bir zamanda yaşıyor olalım ki? Aslında bu, Kopernik'ten bu yana bilime damgasını vuran her şeyin yüzüne çarpar. Dünya'nın Güneş Sistemi'nin

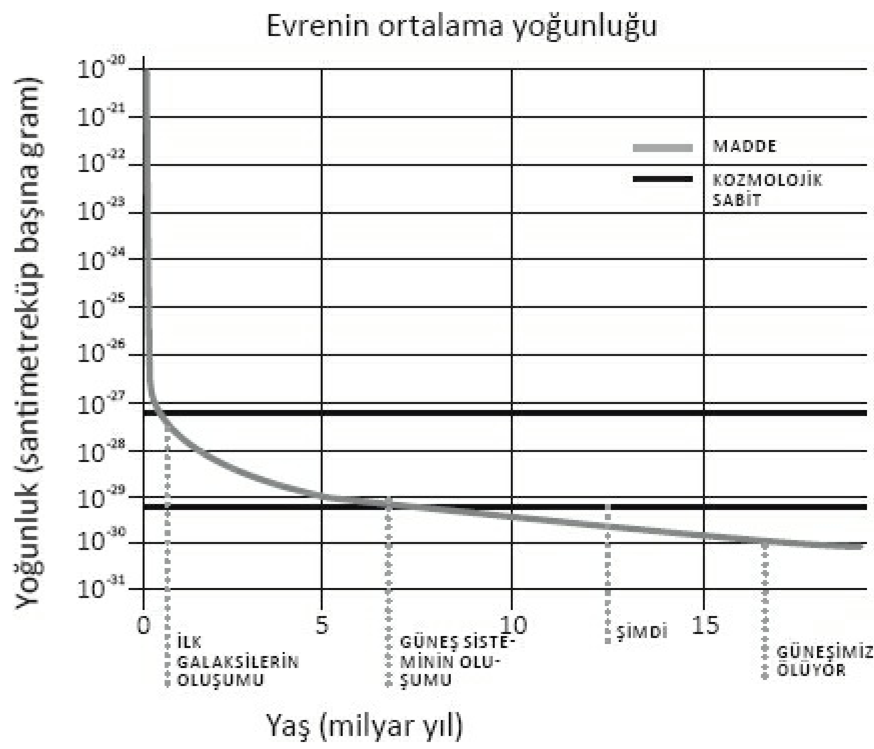
merkezinde olmadığını, Güneş'in gözlenebilir evrendeki 400 milyar galaksiden yalnızca biri olan bir galaksinin ıssız dış kesimlerinde bir yıldız olduğunu öğrendik. Evrendeki yerimiz ve zamanımızla ilgili özel bir şey olmadığını söyleyen "Kopernik İlkesi"ni kabul etmeye geldi sıra.

Ne var ki boş uzayın enerjisi olduğu gibiyken, özel bir zamanda yaşıyormuş gibi *görünüyoruz*. Bu durum "zamanın kısa tarihi"ne ilişkin şu resimle gayet iyi gösterilebilir:



Grafikteki iki eğri evrendeki bütün maddenin enerjisiyle, boş uzayın (kozmolojik bir sabit olduğunu varsaydığımız) enerji yoğunluğunu zamanın bir fonksiyonu olarak temsil ediyor. Görebileceğiniz üzere evren genişlerken (galaksiler arasındaki uzaklık daha açılır, bu yüzden de madde "gevşer"ken), bekleyebileceğiniz üzere maddenin yoğunluğu düşer. Ne var ki boş uzaydaki enerji yoğunluğu sabit kalır, çünkü diyebiliriz ki boş uzayda gevşeyecek hiçbir şey yoktur! (Ya da fazla mizahi olmayan bir üslupla anlattığım üzere evren genişlerken boş uzay üzerinde iş yapar.) Şu anda bu iki eğri nispeten yakın bir kesişme içinde, anlatmış olduğum tuhaf tesadüfün kaynağında da bu var.

Şimdi de boş uzayın enerjisi, bugün tahmin ettiğimiz değerden diyelim ki 50 kat daha büyük olursa neler olurdu onu bir düşünelim. Bu durumda iki eğri aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere, farklı, daha önceki bir tarihte kesişirdi.



Boş uzayın enerjisine verdiğimiz daha yüksek değeri temsil eden eğri ile evrendeki madde yoğunluğunu belirten eğrinin kesiştiği tarih, galaksilerin ilk kez oluştuğu tarihtir, Büyük Patlama'dan yaklaşık bir milyar yıl sonrasıdır. Ama boş uzayın enerjisinin kütleçekimsel olarak itici olduğunu unutmayalım. Galaksilerin oluştuğu tarih öncesinde evrendeki enerjiye bu enerji hakim olsaydı, bu enerjiden kaynaklanan itici güç maddenin bir araya toplanmasına yol açan normal çekici kütleçekim kuvvetini (kelimenin tam anlamıyla) aşardı. Ve galaksiler hiç oluşmazdı!

Ama galaksiler oluşmasaydı, yıldızlar oluşmazdı. Yıldızlar oluşmamış olsaydı, gezegenler oluşmamış olurdu. Gezegenler oluşmamış olsaydı, astronomlar oluşmamış olurdu!

Bu yüzden boş uzayın enerjisinin gözlediğimizden sadece elli kat daha büyük olduğu bir evrende, bugün bu enerjiyi ölçmeye çalışacak hiç kimse olmazdı.

Bu bize bir şey söylüyor olabilir mi? Evrenimizin ivmelendiğinin keşfedilmesinden kısa bir süre sonra fizikçi Steven Weinberg on yıl önce (karanlık enerjinin keşfedilmesinden önce) geliştirdiği bir argümana dayanarak, bugün ölçtüğümüz kozmolojik sabit değerinin bir şekilde "antropikal" olarak seçilmesi halinde "tesadüf problemi"nin de çözüleceğini ileri sürmüştü. Yani bir şekilde birçok evren varsa, evrenlerin her birinde boş uzayın enerjisinin değeri bütün enerjiler arasında bir olasılık dağılımına dayanan rastgele seçilmiş bir değer alıyorsa, bu değerin ancak bugün ölçtüğümüzden farklı olmadığı evrenlerde bildiğimiz biçimiyle hayatın evrilmesi mümkün olacaktı. Bu yüzden belki de kendimizi boş uzayın enerjisinin daha büyük olduğu bir evrende bulamadığımız için çok küçük değerde olduğu bir evrende buluyorduk. Bir başka deyişle, yaşayabileceğimiz bir evrende yaşadığımızı bulmamız çok da şaşırtıcı değildi!

Ne var ki bu argüman, ancak birçok farklı evren olasılığı ortaya çıktıysa matematiksel olarak anlamlıdır. Birçok farklı evrenden bahsetmek kulağa bir oksimoron gibi gelebilir. Nihayetinde evren kavramı geleneksel olarak "mevcut olan her şey"le eş anlamlı hale gelmiştir.

Ne var ki daha kısa bir süre önce "Evren" daha basit, daha akla yatkın bir anlam kazandı. "Evrenimiz"in şimdi görebileceğimiz ve görüp görebildiğimiz her şeyden oluştuğunu düşünmek artık

geleneksel olmuştur. O halde fiziksel olarak evrenimiz ya bir zamanlar bizi etkilemiş olan ya da ilerde bizi etkileyecek olan her şeyden oluşmaktadır.

Evren için bu tanımı seçtiğiniz an, başka "evrenler" (tıpkı okyanusun varlığı yüzünden iletişimleri kopmuş adalar gibi, bizimkinden her zaman nedensel olarak kopuk olmuş ve olacak bölgeler) olması olasılığı en azından ilkesel olarak mümkün hale gelir.

Evrenimiz o kadar geniştir ki daha önce vurguladığım üzere, imkansız olmayan bir şeyin onun içinde bir yerlerde meydana çıkması neredeyse garantidir. Her zaman ender olaylar gerçekleşir. Aynı ilkenin, birçok evren, yani bugün bilindiği üzere bir "Çokevren" olasılığı için geçerli olup olmadığını merak edebilirsiniz. Kuramsal durumun aslında basit bir olasılıktan daha kuvvetli olduğu anlaşılıyor. Bugün parçacık kuramında halihazırda süregiden faaliyetin büyük bölümünün ardında çok sayıda ana fikir, öyle görünüyor ki bir çokevren gerektiriyor.

Bunu vurgulamak istiyorum, çünkü bir yaratıcıya ihtiyaç duyanlarla yaptığım tartışmalarda, bir çokevrenin varlığı cevapları ya da belki de soruları tükenmiş fizikçiler tarafından sorundan kaçınma yolunda bir girişim olarak görülüyor. Belki mesele böyledir, ama şimdilik öyle değil. Küçük ölçeklerde bildiğimiz haliyle fizik kanunlarını genişletip daha kapsamlı bir kuram haline getirmekle ilgili düşünebildiğimiz neredeyse bütün mantıklı olasılıklar, büyük ölçeklerde evrenimizin eşsiz olmadığını söylüyor.

Şişme olgusu herhalde ilk ve belki de en iyi gerekçeyi oluşturur. Şişme tablosunda, büyük bir enerjinin evrenin bir bölgesine kısa süre boyunca hakim olduğu süre zarfında, bu bölge katlanarak genişlemeye başlar. Bir noktada bu "sahte boşluk" içindeki küçük bir bölge, bölge içinde bir faz geçişi meydana geldiğinden şişme durumundan çıkabilir, sonra kendi gerçek, daha düşük enerji değerini bulur, bundan sonra bu bölgedeki genişleme katlanarak ilerlemez. Ama bu gibi bölgeler *arasındaki* uzay katlanarak genişlemeyi sürdürecektir. Herhangi bir zamanda faz geçişi uzayın tamamında gerçekleşmediği sürece, uzayın neredeyse tamamı şişen bir bölgenin içinde kalacaktır. Şişen bölge, şişmeden ilk çıkan bölgeleri neredeyse ölçülemez uzaklıklarla ayıracaktır. Tıpkı bir yanardağdan lavların fışkırması gibi. Kayaların bir bölümü soğuyup katılaşacaktır, ama mağmadan bir deniz üzerinde yüzen bu kayalar birbirlerinden ayrılacaktır.

Durum daha da ciddi boyutlar kazanabilir. Alan Guth'la birlikte modern şişme kuramının başlıca mimarlarından biri olan Andre Linde 1986'da muhtemelen daha genel bir senaryoyu ileri sürüp incelemişti. ABD'de bulunan başka bir mucit Rus kozmoloğu, Alex Vilenkin de bir anlamda bu öngörüde bulunmuştu. Linde de Vilenkin de büyük Rus fizikçilerinde rastlanan o özgüvene sahipti, ama hikayeleri hayli farklıydı. Linde Sovyetler Birliği'nin çöküşü sonrasında ABD'ye göç etmeden önce Sovyetler'in fizik enstitüsünde çalışmıştı. ABD'ye geldiğinden beri de cesur, parlak ve eğlenceli kişiliğiyle kuramsal parçacık kozmolojisinin büyük bölümüne hakim olmayı sürdürüyordu. Vilenkin çok daha önce göç etmişti, daha fizikçi olmadan önce. ABD'de öğrenim görürken gece bekçiliği de dahil çeşitli işlerde çalışmıştı. Her zaman kozmolojiye ilgi duysa da lisans eğitimi için kazara yanlış okula müracaat etmiş, sonunda Sıkışık Madde Fiziği'nde (maddelerin fiziği) bir tez çalışması yaparken bulmuştu kendini. Sonra benim başkanı olacağım Case Western Reserve Üniversitesi'nde doktora sonrası araştırmacı olarak bir iş bulmuştu. Bu dönemde süpervisörü Philip Taylor'a haftanın birkaç gününü kendisine verilen projelerin yanı sıra kozmoloji çalışarak geçirip geçiremeyeceğini sormuştu. Philip bana daha sonra Alex'in yarı zamanlı işine rağmen o zamana kadar gördüğü en üretken doktora sonrası araştırmacı olduğunu söylemişti.

Her neyse... Linde'nin farkına vardığı şey şuydu: Şişme sırasında kuantum dalgalanmaları, şişmeyi en düşük enerji haline sürükleyen alanı genellikle itebilir, böylece şişmeden zarif bir çıkış sağlayabilirse de bazı bölgelerde kuantum dalgalanmalarının alanı çok daha yüksek enerjilere sürükleme, böylece şişmenin son bulacağı değerlerden uzaklaştırma, böylece şişmenin durmaksızın sürme olasılığı her zaman vardı. Bu gibi bölgeler daha uzun süre boyunca genişleyeceği için şişen uzay şişmeyen uzaydan hep daha fazla olacaktı. Bu bölgeler içinde kuantum dalgalanmaları yine bazı alt bölgeleri şişme sürecinden çıkmaya sürükleyecek, böylece katlanarak genişlemeyi durduracaktı, ama yine de kuantum dalgalanmalarının şişmenin daha uzun süre boyunca devam etmesine yol açacağı bölgeler olacaktı. Böyle devam edecekti.

Linde'nin "kaotik şişme" adını verdiği bu tablo aslında Dünya üzerinde daha aşina olduğumuz kaotik sistemlere benzer. Örneğin kaynamakta olan yulaf lapasına bakalım. Bir noktada bir gaz baloncuğu yüzeyde patlar, bu durum yüksek ısıdaki sıvının bir faz geçişini tamamlayıp buhar oluşturduğu bölgeler olduğunu gösterir. Ama baloncukların arasında yulaf lapası hareket etmekte, yumuşakça dalgalanıp akmaktadır. Geniş ölçeklerde düzenlilik vardır, her zaman bir yerlerde patlayan baloncuklar olur. Ama yerel olarak, baktığınız yere göre işlerin farklı olduğunu görürsünüz. Kaotik olarak şişen evrende de böyle olacaktır. Eğer şişmesi durmuş bir "baloncuğun" içindeyseniz evreniniz, çevrenizde hâlâ şişmekte olan geniş uzaydan daha farklı görünecektir.

Bu tabloda şişme ebedidir. Bazı bölgeler, hatta uzayın çoğu ebediyen şişmeye devam edecektir. Şişmeden çıkan bölgeler, nedensel olarak bağlantısız, ayrı evrenler haline geleceklerdir. Şişme ebediyse bir Çokevren'in kaçınılmaz olduğunu, ebedi şişmenin ise çoğu, hatta bütün şişme senaryoları arasında açık arayla en muhtemel senaryo olduğunun altını çizmek istiyorum. Linde'nin 1986 tarihli makalesinde belirttiği üzere: *"Evrenimizin neden tek mümkün evren olduğu şeklindeki eski sorunun yerini artık bizimki gibi mini evrenlerin varlığının mümkün olduğu kuramların yönelttiği soru aldı. Soru hâlâ çok zor, ama önceki soruya göre çok daha kolay. Kanımızca, evrenin genel yapısıyla ve bizim dünyadaki yerimizle ilgili bakış açısının değişmesi, şişen evren senaryosunun gelişmesinin en önemli sonuçlarından biridir."*

> Linde'nin vurguladığı, o zamandan beri de açıklık kazandığı üzere, bu tablo fizik açısından bir başka yeni olasılığa da kapı aralar. Doğada, şişen bir evrenin nihayetinde çürüyüp dönüşeceği, evrenin birçok olası düşük enerjili kuantum halinin bulunması gayet kolay olabilir. Bu alanların kuantum hallerinin yapısı bu gibi her bölgede farklı olacağından, her bölge/evrendeki temel fizik kanunlarının niteliği farklı görünebilir.

Burada daha önce sunduğumuz antropik argümanın kendini gösterebileceği ilk "manzara" karşımıza çıkar. Evrenimizin şişme sonrasında varabileceği birçok farklı hal varsa, belki de içinde yaşadığımız, galaksilerin oluşabileceği kadar küçük, sıfır olmayan bir boşluk enerjisinin bulunduğu evren, potansiyel olarak sonsuz bir ailenin bir mensubudur; galaksiler, yıldızlar, gezegenler ve hayatın varlığını desteklediği için araştırmacı bilim insanları için seçilmiş evrendir.

Ne var ki "manzara" (landscape) terimi ilk kez bu bağlamda ortaya çıkmamıştır. Son çeyrek yüzyılın büyük bölümünde parçacık kuramının itici gücü olan kör inançla, yani sicim kuramıyla ilişkili çok daha etkili bir pazarlama mekanizmasının teşvik ettiği bir terimdir. Sicim kuramı temel

parçacıkların çok daha temel bileşenlerden, parçacıklardan değil, titreşen sicimler gibi davranan nesnelerden oluştuğunu koyutlar. Tıpkı bir kemandaki tellerin titreşiminin farklı notalar yaratmasında olduğu gibi, bu kuramda da farklı türde titreşimler prensipte doğada gördüğümüz bütün o farklı temel parçacıklar gibi davranan nesneler üretir. Sorun şudur ki, bu kuram sırf dört boyutla tanımlandığında matematiksel olarak tutarlı değildir, anlamlı olabilmesi için birçok boyutun varlığını gerektirmektedir. Diğer boyutlara ne olduğu hemen belli değildir, sicimler dışında başka hangi nesnelerin bu kuramı tanımlamakta önemli olabileceği de; bunlar ortaya çıkmış, çözülmemiş, bu fikre duyulan ilk ilgiyi boğmuş birçok zorluktan yalnızca birkaçıdır.

Burası sicim kuramını ayrıntılı bir biçimde gözden geçirmenin yeri değil, aslına bakarsanız ayrıntılı bir değerlendirme yapabilmek muhtemelen mümkün değil, çünkü son 25 yılda açıklık kazanan bir şey varsa o da önceden sicim kuramı denilen şeyin çok daha ayrıntılı ve karmaşık, temel niteliği ve oluşumu hâlâ gizemini koruyan bir şey olduğudur.

Bu dikkat çekici kuramsal eserin aslında gerçek dünyayla ne ilgisi olduğuna dair hâlâ bir fikrimiz yok. Yine de henüz doğa hakkında tek bir deneysel gizemi başarıyla çözme becerisi göstermeksizin fizik camiasının vicdanına bu kadar başarıyla işleyen başka bir kuramsal tablo daha olmamıştır.

Birçok kişi bu son cümlemi sicim kuramının bir eleştirisi olarak alacaktır, ama geçmişte bir hain olarak damgalanmış olsam da, burada niyetim gerçekten de bu değil, sicim kuramının başlıca savunucularından biri olan dostum Brian Greene'le katıldığım, konu hakkındaki çok sayıda konferans ve tartışmada da niyetim hiç bu olmadı. Daha ziyade bir gerçeklik sınaması için popülerlik bulutunu dağıtmanın sadece önemli olduğunu düşünüyorum. Sicim kuramı kuramsal fiziğin en büyük temel tutarsızlıklarından birine, (Einstein'ın Görelilik Kuramı'nın kuantum mekaniği kuramlarıyla birlikte, evrenin çok küçük ölçeklerde nasıl davrandığına dair mantıklı tahminlerde bulunacak şekilde sunma) ışık tutabilecek harika fikirler, muhteşem bir matematik içeriyor.

Sicim kuramının bu sorunu nasıl aşmaya çalıştığı üzerine koca bir kitap kaleme aldım, ama buradaki amaçlarımız gereği çok kısa bir biçimde meseleyi özetlemem gerekiyor. Ana varsayımı dile getirmek kolay olsa da, uygulamak zordur. Çok küçük ölçeklerde, kütleçekim ile kuantum mekaniği arasındaki sorunlarla ilk karşılaşılan ölçeklerde, temel parçacıklar kapalı halkalar oluşturuyor olabilir. Bu gibi kapalı halkaların titreşimleri arasında, kuantum kuramına göre kütleçekim kuvvetini aktaran parçacığın, gravitonun özelliklerini taşıyan bir titreşim vardır. Dolayısıyla bu gibi sicimlerin kuantum kuramı, prensipte gerçek bir kuantum kütleçekim kuramının inşa edilebileceği bir oyun sahası oluşturur.

Şurası kesindir ki böyle bir kuramın, kütleçekimle ilgili standart kuantum yaklaşımlarının ileri sürdüğü, utanç verecek kadar sonsuz sayıda öngörüden kaçınabileceği keşfedilmiştir. Ne var ki bir sorun vardır. Kuramın en basit versiyonuna göre, sonsuz sayıdaki bu gibi tahminler, ancak ve ancak sicimler sırf aşina olduğumuz üç uzay ve bir zaman boyutunda değil, yirmi altı boyutta titreşen temel parçacıkları oluşturuyorsa önlenebilir!

Karmaşıklıkta (ve belki de inançta) böyle bir sıçramanın, çoğu fizikçinin kurama ilgisini söndürmüş olmasını bekleyebilirsiniz, ama 1980'lerin ortalarında başta İleri Araştırmalar Enstitüsü'nde (Institute for Advanced Study) Edward Witten olmak üzere birçok bireyin yaptığı güzel matematiksel çalışmalar, bu kuramın prensipte bir kuantum kütleçekim kuramı sunmaktan fazlasını yapabileceğini gösterdi. Yeni matematiksel simetrilerin, en başta da "süpersimetri" denilen, dikkat çekici derecede

güçlü bir matematiksel çerçevenin ortaya konmasıyla birlikte, kuramın tutarlılığı için gerekli boyut sayısını 26'dan 10'a indirmek mümkün oldu.

Ne var ki daha da önemlisi, sicim kuramı bağlamında kütleçekimi doğanın diğer kuvvetleriyle tek bir kuram çerçevesinde birleştirmek, ayrıca doğada bilinen bütün temel parçacıkların varlığını tek tek açıklamak mümkün görünüyordu! Sonunda, dört boyutlu dünyamızda gördüğümüz her şeyi yeniden üretebilecek, on boyutlu tek bir kuram olabilirmiş gibi görünüyordu.

Sicim kuramının "her şeyin kuramı" olduğu yönünde iddialar sadece bilimsel literatürde değil, popüler literatürde de yayılmaya başladı. Sonuçta, herhalde "süpersicimler"e aşina olan insanların sayısı, düşük ısılarda gözlenen maddenin en dikkat çekici özelliklerinden biri olmakla kalmayıp maddelerin kuantum oluşumuna dair anlayışımızı da değiştirmiş olan "süperiletkenlik" olgusuna (bazı maddeler düşük ısılarda soğutulduğunda, hiçbir direnç olmaksızın elektrik iletebilirler) aşina olan insan sayısından fazladır.

Nihayetinde aradan geçen 25 yıl sicim kuramına iyi gelmedi. Dünyanın en iyi kuramsal zihinleri dikkatlerini bu kuram üzerinde yoğunlaştırmaya başlar, bu süreçte yeni sonuçlar ve epeyce yeni matematik üretirken (örneğin Witten matematik alanında en büyük ödülü kazandı), sicim kuramındaki "sicimler"in muhtemelen temel nesneler olmadığı açıklık kazandı. Hücrelerdeki "membran"lardan (zar) hareketle, "bran" denilen, yüksek boyutlarda var olan daha karmaşık yapılar muhtemelen kuramın davranış biçimini kontrol ediyor.

Daha da beteri, kuramın benzersizliği ortadan kaybolmaya başladı. Ne de olsa deneyimlediğimiz dünya on boyutlu değil, dört boyutludur. Geri kalan altı uzamsal boyuta bir şey olmuş olması gerekir, bunların görünmezliğiyle ilgili kanonik açıklama da bir şekilde "sıkıştıkları" yönündedir; yani o kadar küçük ölçeklerde kıvrılmışlardır ki, onları kendi ölçeklerimizde, hatta bugün en yüksek enerjili parçacık hızlandırıcılarımızın incelediği küçük ölçeklerde bile tespit edemeyiz. Yüzeysel olarak bakınca pek farklı görünmeseler de bu varsayılan gizli bölgelerle maneviyat ve din alanları arasında bir fark vardır. Bir kere, yeterince enerjik bir hızlandırıcı yapılabilirse (her halde uygulama sınırlarının ötesinde kalır bu, ama mümkün olanın sınırlarının ötesinde değildir) prensipte bu bölgelere ulaşılabilir. İkincisi sanal parçacıklar açısından söz konusu olduğu gibi, dört boyutlu evrenimizde ölçebildiğimiz nesneler yoluyla, bu bölgelerin varlığına dair dolaylı bir kanıt bulmayı bekleyebiliriz. Kısacası bu bölgeler, aslında evreni haklı çıkarmaktan çok, onu açıklama girişiminde bulunan bir kuramın bir parçası olarak varsayıldıklarından, nihayetinde küçük bir ihtimal de olsa ampirik sınamalarla erişilebilir olabilirler.

Ama bunun ötesinde, bu fazladan boyutların olası varlığı evrenimizin benzersiz olduğu yönündeki umudun karşısına büyük bir zorluk çıkarır. On boyutta (var olup olmadıklarını bilmediğimizi tekrarlayayım) benzersiz bir kuramla yola çıksak bile, görünmez altı boyutu sıkıştırmanın her farklı yolu, fizik kanunlarının, kuvvetlerin, parçacıkların farklı olduğu, farklı simetrilerin hükmettiği, farklı tipte dört boyutlu evrenlere yol açacaktır. Bazı kuramcılar tek bir on boyutlu sicim kuramından kaynaklanabilecek belki de 10500 tane, birbirinden farklı tutarlı dört boyutlu olası evren olabileceği tahmininde bulunmuştur. "Her Şeyin Kuramı" birden "Herhangi Bir Şeyin Kuramı" haline gelmiştir!

Bu durum, "xkcd" adındaki en beğendiğim bilimsel karikatür dizisinden bir karikatürde alaycı bir biçimde örneklenmişti. Bu karikatürde biri diğerine şöyle der: "Aklıma muhteşem bir fikir geldi. Ya bütün madde ve enerji titreşen sicimlerden oluşuyorsa?" Diğeri "Peki. Ama ne anlama gelir ki bu?"

İlki cevaplar: "Ne bileyim!"

Bundan biraz daha nükteli bir anekdot var; Nobel ödüllü fizikçi Frank Wilczek sicim kuramcılarının dart oynamanın yeni bir yolunu icat edercesine fizik yapmanın yeni bir yolunu icat ettiğini ileri sürmüştü. Önce boş bir duvara dart atılır, sonra duvara gidilip dartın girdiği yere bir hedef tahtası çizilir.

Bu belki biraz fazla hınzırca, çünkü nihayetinde sicim kuramı üzerine çalışanlar içtenlikle, içinde yaşadığımız dünyaya hükmedebilecek ilkeleri keşfetmeye çalışıyorlar. Yine de sicim kuramcıları için büyük bir yüzkarası olan olası dört boyutlu evrenler sürüsü artık kuramın bir meziyeti haline gelmiş durumda. On boyutlu bir "çokevren"e birçok farklı dört boyutlu evren (ya da beş boyutlu ya da altı boyutlu vs.) bulunabileceğini, her birinde farklı fizik kurallarının geçerli olabileceğini, üstelik her birinde boş uzayın enerjisinin farklı olabileceğini hayal edebiliriz.

Bütün bunlar duruma uygun kalıpta kesilmiş bir uydurmaca gibi gelse de öyle görünüyor ki aslında kuramın otomatik bir sonucudur; ayrıca boş uzayın enerjisine dair antropik bir kavrayışın geliştirilmesi için doğal bir çerçeve sunan gerçek bir çokevren "manzarası" yaratıyor. Bu durumda üç boyutlu uzayda birbirinden aynı sonsuz sayıda olası evrenin var olması gerekmez. Onun yerine bizim uzayımızda tek bir noktanın üzerine üst üste binmiş, bize görünmeyen, ama her birini de dikkat çekici derecede farklı özellikler gösteren sonsuz sayıda evren hayal edebiliriz.

Bu kuramın St. Thomas Aquinas'ın birkaç meleğin aynı yeri işgal edip edemeyeceği konusundaki teolojik fikirleri kadar önemsiz olmadığını vurgulamak istiyorum. Sonraki teologlar bir iğnenin ucuna, ya da daha iyi bilindiği üzere bir topluiğnenin başına kaç meleğin sığabileceği yolunda verimsiz spekülasyonlara giriştiği gerekçesiyle bu fikre gülmüşlerdi. Aquinas bu soruyu elbette hiçbir kuramsal ya da deneysel haklı çıkarmaya girişmeksizin birden fazla meleğin aynı alanı işgal edemeyeceğini söyleyerek cevaplamıştı. (Bir de bunlar bozonik kuantum melekleriyse her halûkârda yanılıyordu.)

Böyle bir tabloyla ve yeterli matematikle sunulduğunda, prensipte fiziksel öngörülerde bulunmak beklenebilir. Örneğin daha fazla sayıda boyutu olan bir çokevrende bulunan farklı tipte dört boyutlu evrenler bulma ihtimalini tanımlayan bir "olasılık dağılımı" çıkarılabilir. Örneğin boşluk enerjisinin küçük olduğu bu gibi evrenlerin çok büyük bir bölümünde üç temel parçacık ailesi ve dört farklı kuvvet bulunduğu anlaşılabilir. Ya da ancak boşluk enerjisinin düşük olduğu evrenlerde geniş erimli bir elektromanyetizma kuvveti bulunduğu keşfedilebilir. Böyle bir sonuç boş uzayın enerjisiyle ilgili olasılıklara dayalı antropik bir açıklamanın (başka bir deyişle boşluk enerjisinin düşük olduğu, kendimizinkine benzeyen bir evren bulunması olasılık dışı değildir) somut bir fiziksel anlam taşıması yönünde akla yatkın ölçüde zorlayıcı bir kanıt oluşturur.

Ne var ki matematik bizi bu kadar ileriye taşımamıştır, bunu hiçbir zaman yapamayabilir de. Ne var ki bugünkü kuramsal yetersizliğimize rağmen, bu durum bu olasılığın aslında doğa tarafından gerçekleştirilmediği anlamına gelmez.

Yine de bu arada parçacık fiziği antropik akıl yürütmeyi bir adım öteye taşımıştır.

Parçacık fizikçileri kozmologların epey önündedir. Kozmoloji tümüyle gizemli tek bir nicelik ortaya çıkarmıştır: Hakkında neredeyse hiçbir şey anlamadığımız boş uzayın enerjisi. Ne var ki parçacık fiziğinin çok daha uzun süredir anlamadığı çok daha fazla nicelik vardır!

Örneğin: Neden temel parçacıklar üç kuşaktır; elektron ile ağır kuzenleri müon ve tauon gibi? Neden üç farklı kuark kümesi vardır da en düşük enerjideki iki küme Dünya'da bulduğumuz maddenin büyük bölümünü oluşturur? Kütleçekim neden doğadaki diğer kuvvetlerden, örneğin elektromanyetizmadan daha zayıftır? Proton neden elektrondan 2000 kat daha ağırdır?

Bazı parçacık fizikçileri belki de fiziksel nedenlere göre bu gizemleri açıklama çabaları henüz başarılı olamadığı için aşırıya varan görüşleriyle antropik trene atlamışlardır. Nihayetinde doğadaki temel bir nicelik aslında bir çevre kazasıysa diğer temel ölçütlerin çoğu ya da hepsi neden böyle bir kaza olmasın ki? Parçacık kuramının belki de bütün gizemleri aynı şiara başvurarak çözülebilir: Evren başka türlü olsaydı, içinde yaşayamazdık!

Doğanın gizemlerinin bu biçimde çözülmesinin bir çözüm olup olmadığını, daha da önemlisi anladığımız biçimiyle bilimi tanımlayıp tanımlamadığını merak edebilirsiniz. Nihayetinde geçmiş 450 yıl boyunca bilimin hedefi, özellikle de parçacık fiziğinde, genel doğa kanunlarının neden hayli farklı evrenler üretmediğini değil, evrenin neden ölçtüğümüz gibi olmak zorunda olduğunu açıklamak olmuştur.

Meselenin neden böyle olmadığını, neden birçok saygın bilim insanının antropik ilkeye geri döndüğünü, neden birçok bilim insanının evrenimizin bu ilkeye dayanması hakkında yeni bir şey öğrenip öğrenemeyeceğimizi görmek için gayet sıkı çalıştığını açıklamaya çalıştım.

Şimdi biraz daha ileriye gideyim; ya uzayda sonsuz denilebilecek uzaklıklarla bizden uzak düştükleri için ya da burnumuzun dibinde olup da olası ekstra boyutlarda mikroskopik uzaklıklarla bizden ayrı oldukları için ebediyen tespit edilemeyecek evrenlerin varlığının yine de bir tür ampirik sınamaya nasıl tabi tutulabileceğini açıklamaya çalışayım.

Diyelim ki doğadaki dört kuvvetin en az üçünü bir Büyük Birleşik Kuram çerçevesinde birleştiren bir kuram geliştirdiğimizi varsayalım. Bu, parçacık fiziğinde hâlâ yoğun ilgi uyandıran bir konudur (dört boyutta temel kuram aramaktan vazgeçmemiş olanlar arasında). Böyle bir kuram doğada ölçtüğümüz kuvvetlerle, hızlandırıcılarımızda araştırdığımız temel parçacık yelpazesiyle ilgili tahminlerde bulunacaktır. İşte bu kuram bir dizi tahminde bulunur ve bu tahminler deneylerimizle doğrulanırsa, kuramda bir hakikat ışıltısı olduğunu düşündürecek çok iyi bir gerekçemiz var demektir.

Şimdi diyelim ki bu kuram evrenin ilk zamanlarında bir şişme dönemi olduğu öngörüsünde bulunuyor, aslına bakılırsa bizim geçirdiğimiz şişme döneminin ebediyen şişen bir çokevrende bu gibi bir dizi dönemden sadece biri olduğu tahmininde bulunuyor. Bu gibi bölgelerin ufkumuzun ötesindeki varlığını doğrudan inceleyemesek bile, daha önce söylediğim gibi, ördek gibi yürüyor, ördek gibi vaklıyorsa, o zaman... Gerisini biliyorsunuz işte.

Fazladan boyutlarla ilgili fikirleri desteklemesi mümkün olan ampirik kanıtlar daha uçuktur, ama imkansız değildir. Birçok zeki, genç kuramcı kuramı, doğru olduğu yönünde dolaylı da olsa bir kanıtın olabileceği noktaya getirecek şekilde geliştirme umuduna meslek hayatlarını adıyor. Umutları yersiz olabilir, ama ayaklarıyla oyladılar bir kere. Cenevre'deki yeni Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'ndan gelen kanıtlar bu yeni fiziğe, şimdiye kadar bilmediğimiz gizli bir pencere açar.

Yani, doğayı kavrayışımızda bir asır süren dikkat çekici, gerçekten de görülmemiş ilerlemenin ardından, kendimizi evreni, daha önce tahayyül edilemez ölçeklerde araştırabilir halde buluyoruz. Büyük Patlama'nın niteliğini ilk mikrosaniyelerine varıncaya kadar anladık, yüz milyarlarca yeni

galaksinin, yüz milyarlarca yeni yıldızın varlığını keşfettik. Evrenin yüzde 99'unun aslında bize görünmediğini, büyük ihtimalle yeni bir temel parçacık biçimi olan karanlık maddenin ve kökenleri itibarıyla bugün gizemini tümüyle koruyan karanlık enerjinin hakimiyetinde olduğunu keşfettik.

Nihayetinde bütün bunların ardından fizik bir "çevre bilimi" haline gelebilir. Şimdiye kadar özel bir önemleri olduğu varsayılan doğanın temel sabitleri, sadece çevre kazaları olabilirler. Biz bilim insanları kendimizi ve bilimimizi çok ciddiye alıyorsak, belki evrenimizi de çok ciddiye almışızdır. Belki metaforik anlamıyla olduğu gibi kelimenin tam anlamıyla da kuru gürültü çıkarıyoruzdur. En azından belki evrenimize hakim olan hiçlikten çok fazla şey çıkarıyoruzdur! Belki evrenimiz, engin bir çok boyutlu olasılıklar okyanusuna gömülmüş bir damla gibidir. Belki evrenin neden olduğu gibi olması gerektiğini betimleyen bir kuram bulamayacağız hiç.

Belki de bulacağız.

İşte bu, bugün anladığımız biçimiyle gerçekliğe dair çizebileceğim en geçerli tablo. Bu tablo, on binlerce adanmış zihnin geçen yüzyıl içinde şimdiye kadar geliştirilmiş en karmaşık makineleri kurarak, insanlığın şimdiye kadar meşgul olduğu en güzel ve en karmaşık fikirleri geliştirerek yaptığı çalışmalara dayanıyor. Öyle bir tablo ki yaratılışı, insan olmanın en iyi yönünün ne olduğunu vurguluyor: varoluşun engin olasılıklarını hayal edebilme becerimiz, yükü belirsiz bir yaratıcı kuvvetin ya da tanımı gereği ebediyen bilinmeden kalacak bir yaratıcının omuzlarına atmaksızın cesurca atıldığımız bu olasılıkları keşfetme maceramız. Bu deneyimden bir ders çıkarmak boynumuzun borcu. Öbür türlüsü, bilginin halihazırdaki haline ulaşmamıza yardımcı olmuş parlak ve cesur bireylerin hakkını yemek olur.

Varoluşumuz, önemimiz, evrenin anlamı hakkında felsefi sonuçlara varmak istiyorsak, vardığımız sonuçların ampirik bilgiye dayanması gerekiyor. Gerçekten açık bir zihne sahip olmak, sonuçlarını beğensek de beğenmesek de gerçekliği destekleyen kanıtları hayal gücümüze uymaya zorlamak değil, hayal gücümüzü gerçekliği destekleyen kanıtlara uymaya zorlamak anlamına gelir.

DOKUZUNCU BÖLÜM

HİÇBİR ŞEY BİR ŞEYDİR

Bilmemek umrumda değil. Beni korkutmuyor.

Richard Feynman

Herhalde gelmiş geçmiş en büyük fizikçi olan Isaac Newton, evren hakkında düşünme biçimimizi derinden değiştirmişti. Ama herhalde en önemli katkısı, bütün evrenin açıklanabilir olma olasılığını göstermesiydi. Newton Evrensel Kütleçekim Kanunu'yla, göklerin bile doğa kanunlarının gücüne boyun eğebileceğini ilk kez göstermişti. Tuhaf, hasmane, kötücül ve kaprisliymiş gibi görünen bir evren hiç de böyle olmayabilirdi.

Evrene değişmez kanunlar hükmediyorsa, antik Yunan ve Roma'nın mitsel tanrıları iktidarsız demekti. Dünyayı insanlık için dikenli sorunlar yaratacak şekilde keyfi bir biçimde eğip bükme serbestisi olamaz. Zeus için geçerli olan İsrail'in Tanrısı için de geçerli olur. Güneş Dünya'nın etrafında dönmüyorsa, onun göklerdeki hareketine aslında Dünya'nın dönmesi sebep oluyorsa, bu dönmenin birdenbire durması yüzeydeki bütün insan yapılarını ve onlarla birlikte insanları da ortadan kaldıracak kuvvetlerin ortaya çıkmasına sebep olabilecekse Güneş gün ortasında nasıl gökte asılı kalabiliyordu?

Elbette ki doğaüstü olaylar mucizelerin sebebidir. Nihayetinde tam da doğa kanunlarını aşan şeylerdir. Doğa kanunlarını yaratabilen bir tanrının istediğinde bunları aşabileceği de varsayılır. Yine de bu olayların neden bugün değil de binlerce yıl önce, onları kaydedebilecek modern iletişim aygıtlarının icadı öncesinde doğa kanunlarını o kadar serbestçe aşabildiği de hâlâ merak edilecek bir konudur.

Her halûkârda, hiçbir mucizenin gerçekleşmediği bir evrende bile, son derece basit bir temel düzenle karşı karşıya kaldığınızda bundan iki sonuç çıkarabilirsiniz: Newton'ın da çıkardığı, ondan önce Galileo'nun ve yıllar içinde bir dizi başka bilim insanının benimsediği ilk sonuç, bu düzenin yalnızca evrenin değil, bizim varoluşumuzun ortaya çıkmasından da sorumlu ilahi bir zeka tarafından yaratıldığı, insanların (açıktır ki diğer karmaşık ve güzel varlıkların değil!) bu ilahi zekanın suretinde yaratıldığıdır. Diğer sonuç ise var olan her şeyin bu kanunlardan ibaret olduğudur. Bu kanunlar evrenimizin varlık bulmasını, gelişip evrilmesini gerektirirler, bizler de bu kanunların geri alınamaz ürünüyüzdür. Bu kanunlar ezelden beridir var olabilirler ya da belki onlar da henüz bilinmeyen, ama muhtemelen sadece fiziksel bir nedenle varlık bulmuşlardır.

Filozoflar, teologlar ve kimi zaman da bilim insanları bu olasılıklar üzerine tartışmayı sürdürüyor. Hangi kanunların aslında evrenimizi betimlediğini kesin olarak bilmiyoruz, belki hiçbir zaman bilemeyeceğiz. Ama bu kitabın en başında da vurguladığım üzere asıl mesele, bu sorunun nihai çözümünün umut, arzu, vahiy ya da saf düşünceden gelmeyeceği. Eğer gelirse doğanın incelenmesinden gelecek. Jacob Bronowski'nin bu kitabın açılışındaki sözlerinde dediği gibi rüya ya da kabus (bu durumda birinin rüyası, kolayca bir diğerinin kabusu olabilir) deneyimimizi olduğu gibi ve gözümüz açık yaşamamız gerekiyor. Beğenelim ya da beğenmeyelim evren olduğu gibi.

Bu noktada, (betimleme eziyetine katlanacağım bir anlamda) hiç yoktan, doğal olarak, hatta kaçınılmaz olarak doğan bir evrenin Dünya hakkında öğrenmiş olduğumuz her şeyle giderek daha büyük bir tutarlılık göstermesinin, *son derece önemli* olduğunu düşünüyorum. Dünya hakkında öğrendiklerimiz, insanlık durumuyla ilgili diğer spekülasyonlar ya da ahlakçılık üzerine felsefi ya da teolojik değerlendirmelerden *gelmemiştir*. Aksine ampirik kozmoloji ve parçacık fiziğinde betimlemiş olduğum dikkat çekici ve heyecan verici gelişmelere dayanmaktadırlar.

Bu yüzden kitabın başında aktardığım soruya geri dönmek istiyorum: "Neden hiçbir şey olmayacağına bir şey var?" Evrenin modern bilimsel tablosunu, tarihini, olası geleceğini, ayrıca "hiçlik"in aslında neden oluştuğuna dair işlevsel tanımları inceledikten sonra, artık muhtemelen bu soruyu ele alabilecek durumdayız. Yine kitabın başında değindiğim üzere bu soru da esasen buna benzer bütün felsefi sorular gibi bilime dayanmaktadır. Bir yaratıcı gereksinimini bize dayatan bir çerçeve sunmaktan çok uzak düşen bir biçimde, bu sorudaki kelimelerin anlamları o kadar değişmiştir ki cümle baştaki anlamının büyük bölümünü yitirmiştir. Ampirik bilgi hayal gücümüzün karanlık noktalarına yeni bir ışık tuttuğunda sıklıkla gerçekleşen bir şeydir bu.

Aynı zamanda, bilimde "neden" sorularına karşı özellikle temkinli olmamız gerekir. "Neden" diye sorduğumuzda genellikle "Nasıl" demek isteriz. "Nasıl" sorusunu yanıtlayabilirsek bu genellikle amaçlarımız açısından yeterli olur. Örneğin, "Neden Dünya Güneş'ten 93 milyon mil uzakta?" diye sorabiliriz, ama aslında muhtemelen "Nasıl oluyor da Dünya Güneş'ten 93 milyon mil uzakta?" diye sormak istiyoruzdur. Başka bir deyişle Dünya'nın bugünkü konumuna gelmesine yol açan fiziksel süreçlere ilgi duyuyoruzdur. "Neden?" sorusu, örtülü olarak amacı düşündürür, güneş sistemini bilimsel terimlerle anlamaya çalıştığımızda da ona genellikle amaç atfetmeyiz.

Bu yüzden bu sorunun aslında sormak istediği şeyin, "Nasıl oluyor da hiçbir şey olmayacağına bir şey var?" olduğunu varsayıyorum. "Nasıl" soruları gerçekten de doğayı inceleyerek kesin cevaplar verebileceğimiz yegane sorulardır, ama bu cümle kulağa hayli tuhaf geldiğinden, aslında daha spesifik "nasıl" sorularını cevaplamaya çalışırken, zaman zaman daha standart formülasyonu tartışıyormuş gibi görünmenin tuzağına düşersem, beni bağışlayacağınızı umuyorum.

Burada bile, fiili olarak anlamanın penceresinden baktığımızda, bu özel "nasıl" sorusu yerini işlevsel olarak daha verimli bir dizi soruya bırakmış gibi görünmektedir, mesela "Bugün evrene çok çarpıcı biçimde damgasını vurmuş olan özellikleri ne ortaya çıkarmış olabilir?" ya da daha önemlisi "Nasıl bulabiliriz?" gibi.

Bu noktada, pişmiş olduğunu umduğum aşa bir kez daha su katmak istiyorum. Soruların böyle bir çerçeveye oturtulması, yeni bilgilerin, yeni kavrayışların üretilmesini mümkün kılar. Bu soruları, genelde cevapları önceden veren tümüyle teolojik sorulardan ayıran şey de budur. Aslında, birkaç ilahiyatçıya meydan okuyup teolojinin en azından 500 yıldır, bilimin şafağından beri bilgiye hiçbir katkıda bulunmadığı varsayımını yalanlayacak kanıtlar sunmalarını istemiştim. Şimdiye kadar hiç kimse bir karşı örnek çıkaramadı. Alabildiğim tek şey "Bilgiyle ne kast ediyorsunuz?" sorusu oldu. Epistemolojik bir bakış açısından bu dikenli bir mevzu olabilir, ama daha iyi bir alternatif olsaydı biri sunardı, böyle düşünüyorum. Aynı soruyu biyologlara, psikologlara, tarihçilere ya da astronomlara sorsaydım hiçbiri bu kadar büyük bir kafa karışıklığına düşmezdi.

Bu gibi verimli soruların cevaplanması, evrene dair işleyişsel bilgimizi daha doğrudan ilerletecek deneylerle kıyaslanabilir kuramsal tahminlerde bulunulmasını gerektirir. Kısmen bu sebepten, kitapta

bu noktaya kadar bu gibi verimli sorulara odaklandık. Yine de "hiçbir şey olmayacağına bir şey" sorusu hâlâ büyük bir geçerlilik taşıyor, bu yüzden de muhtemelen bu soruyla yüzleşilmesi gerekiyor.

Newton'ın çalışması, evrene içkin bir akılcılık atfetseniz de etmeseniz de Tanrı'nın eylemlerinin olası alanını ciddi biçimde daraltıyordu. Newton'ın kanunları bir ilahi kudretin hareket özgürlüğünü ciddi biçimde kısıtlamakla kalmıyor, doğaüstü müdahalelerin gerekli olduğu çeşitli koşulları da devre dışı bırakıyordu. Newton gezegenlerin Güneş etrafındaki hareketinin, yörüngelerinde sürekli itilmelerini gerektirmediğini, aksine, sezgilerin son derece tersine, Güneş'e doğru yönelen bir güç tarafından çekilmeleri gerektiğini keşfetmiş, böylece önceleri gezegenlere yörüngelerinde yol gösterdikleri düşünülen meleklere duyulan ihtiyacı bertaraf etmişti. Meleklerin bu özel kullanım alanının bertaraf edilmesi, insanların onlara inanma arzusunu pek etkilemediyse de (kamuoyu yoklamalarına göre ABD'de meleklere inanan insanların sayısı evrime inananların sayısından çok çok daha fazladır) Newton'dan bu yana bilimdeki ilerlemenin, Tanrı'nın elinin ima ettiği eserde tezahür etmesi konusunda mevcut fırsatları ciddi biçimde sınırladığını söylemek haksız olmaz.

Evrenin evrimini bilinen fizik kanunlarının ötesinde bir şeye özel bir ihtiyaç duymaksızın Büyük Patlama'nın ilk anlarına kadar betimleyebiliriz, evrenin gelecekteki muhtemel tarihini de betimlemiş bulunuyoruz. Evren hakkında hâlâ çözemediğimiz muammalar var, orası kesin, ama bu kitabın okurlarının, gözlemlerimizde soru işaretleri doğuruyormuş gibi görünen ya da tam anlamıyla anlaşılmayan bir şey ne zaman ortaya çıksa Tanrı'ya başvurulduğu bir "Açıklar Tanrısı" tablosuna bağlı olmadığını varsayıyorum. İlahiyatçılar bile böyle bir yolun, onların yüce varlığının yüceliğini küçültmekle kalmayıp daha ileri çalışmalarla muamma ortadan kaldırıldığında o varlığın biraz daha ileriye atılmasına, daha fazla marjinalleşmesine yol açtığını anlamış durumda.

Bu anlamda "hiçbir şeyden bir şey" argümanı gerçekten de ilk yaratılış eylemine odaklanmaya çalışıyor ve bu özel meseleye getirilebilecek mantıksız olarak eksiksiz ve tam anlamıyla tatmin edici bir bilimsel açıklama olup olamayacağını soruyor.

Öyle anlaşılıyor ki, bugünkü doğa anlayışımız dikkate alındığında, "hiçbir şeyden bir şey mi" sorusunun üç farklı, ayrı anlamı vardır. Her birine verilebilecek kısa cevap "gayet akla yatkın olarak evet"tir kitabın geri kalanında neden, daha doğrusu biraz önce tartıştığım üzere, nasıl böyle olduğunu açıklarken her birini sırayla tartışacağım.

Occam'ın kılıcı, bir olay fiziksel olarak akla yatkınsa var oluşu için daha olağandışı iddialara başvurmamamız gerektiğini söyler. Şurası kesin ki bir şekilde evrenimizin ya da çokevrenimizin dışında var olan, aynı zamanda evrenin içinde olup biten her şeyi yöneten, her şeye gücü yeten bir ilahi varlık gereksinimi böyle olağandışı bir iddiadır. Bu yüzden de ilk değil, en son başvurulması gereken iddia olmalıdır.

Kitabın önsözünde sırf "hiçlik"i "yok varlık" olarak tanımlamanın fiziğin, daha da genel olarak bilimin bu soruyu ele almaya yeterli gücü olmadığını ileri sürmeye yetmediğini savunmuştum. Burada daha başka, daha özel bir argüman sunayım. Bir atom çekirdeğinin yakınında boş uzayda kendiliğinden beliriveren ve var olduğu kısa süre boyunca o atomun özelliklerini etkileyen bir elektron-pozitron çifti düşünün. Elektron ya da pozitron hangi anlamda önceden var olmuştur? Anlamlı bir tanım itibarıyla, kesinlikle var olmamışlardır. Varoluşları için bir potansiyel vardır, orası kesin, ama bu *varlığı,* rahminde yumurta olan bir kadının yakınında bulunuyorum ve testislerimde sperm var, çiftleşebiliriz diye bir insanın olası varlığından daha fazla tanımlamaz.

Aslında ölü olmanın (yok varlık olmanın) neye benzediği sorusuna karşılık şimdiye kadar duyduğum en iyi cevap rahme düşmenizden öncesini hayal etmek olduğu. Her halûkârda var olma potansiyeli varoluşla aynı olsaydı, şimdiye kadar mastürbasyon, bugün kürtaj kadar hararetli bir yasal mevzu olurdu, eminim.

Arizona Eyaleti Üniversitesi'nde benim yönettiğim Origins Project (Kökenler Projesi) kısa süre önce hayatın kökeni üzerine bir atölye çalışması düzenledi, şu anki kozmolojik tartışmayı bu bağlamda görmekten kendimi alamıyorum. Dünya üzerinde hayatın nasıl doğduğunu tam olarak anlamış değiliz. Ne var ki bunun anlaşılabilir olmasını sağlayacak akla yatkın kimyasal mekanizmaları bilmenin yanı sıra RNA da dahil olmak üzere biyomoleküllerin doğal olarak doğmasını mümkün kılabilecek özgül yollara gün be gün daha fazla yaklaşıyoruz. Ayrıca doğal seçilime dayanan Darwinci evrim, bu gezegende, çevrelerinden enerji alan bir metabolizmaları olan, kendi kendilerini aslına sadık olarak kopyalayan ilk hücreleri ortaya çıkarmış özgül kimya uyarınca karmaşık hayatın nasıl ortaya çıktığına dair zorlayıcı derecede geçerli bir tablo sunuyor. (Şimdilik hayatı ancak bu kadar iyi tanımlayabiliyorum.)

Tıpkı Darwin'in, gönülsüzce de olsa gezegenin her yerinde çeşitlilik gösteren hayatla dolu modern dünyanın evrimine ilahi müdahale ihtiyacını ortadan kaldırdığı gibi (gerçi Darwin ilk formlara Tanrı'nın hayat vermesi olasılığına kapıyı açık bırakmıştı), evrene, evrenin geçmişine ve geleceğine dair bugünkü kavrayışımı da herhangi bir ilahi müdahaleye gerek olmaksızın hiçlikten "bir şey"in doğabilmesini daha akla yatkın kılıyor. Ayrıntıları ortaya çıkarmakla ilgili gözlemsel ve gözlemlere dayalı kuramsal zorluklardan ötürü, bu açıdan daha büyük bir akla yatkınlığa hiç ulaşamayacağız sanırım. Ama kanımca, muhtemelen amaçsızca ve kesinlikle merkezinde biz olmaksızın varlık bulmuş ve varlığı sona erebilecek bir evrende anlamlı hayatlar sürme cesaretini toplamaya çalışırken, akla yatkınlığın kendisi de ileri doğru atılmış muazzam bir adımdır.

Artık evrenimizin en dikkat çekici özelliklerinden birine dönelim: Evrenimiz ölçebileceğimiz kadar düz olmaya yakındır. Düz bir evrenin, en azından galaksiler biçimindeki maddenin hükmü altında olduğu ve Newtoncu bir yaklaşıklığın geçerliliğini koruduğu ölçeklerdeki benzersiz bir özelliğini hatırlatayım: Düz bir evrende, ancak ve ancak düz bir evrende genişlemeye katılan bütün nesnelerin ortalama Newtoncu kütleçekim enerjisi tam olarak sıfırdır.

Bunun yanlışlanabilir bir postüla olduğunu vurgulamak istiyorum. Böyle olması gerekmiyordu. Hiçlikten ya da en azından *neredeyse hiçlikten* doğal olarak doğmuş olabilecek bir evrene ilişkin değerlendirmelere dayanan kuramsal spekülasyonlar dışında bunu gerektiren bir şey yoktu.

Doğa ile ilgili değerlendirmelerimize kütleçekimi dahil ettiğimizde, bir sistemin toplam enerjisini artık keyfi olarak serbestçe belirleyemediğimiz ve bu enerjiye hem pozitif hem negatif katkılar olduğu gerçeğinin önemini ne kadar vurgulasam azdır. Evrenin genişlemesiyle taşınan nesnelerin toplam kütleçekim enerjisini belirlemek keyfi bir tanıma tabi değildir, evrenin geometrik eğimini belirlemek de en az onun kadar bir tanım meselesi olmaktan uzaktır. Evrenin eğimi genel göreliliğe göre uzayın bir özelliğidir ve uzayın bu özelliği içindeki enerjiyle belirlenir.

Bunu söylüyorum, çünkü düz, genişleyen bir evrende bütün galaksilerin ortalama toplam Newtoncu kütleçekim enerjisinin sıfır olduğu ifadesinin keyfi bir ifade olduğu, başka herhangi bir değerin de en az sıfır kadar iyi olabileceği, ama bilim insanlarının Tanrı'ya karşı çıkmak için sıfır noktasını

"tanımladığı" ileri sürüldü. Dinesh D'Souza, Tanrı'nın varlığı üzerine Christopher Hitchens'la yaptığı tartışmalarda bunu iddia etti.

Hiçbir şey hakikatten bu kadar uzak olamaz. Evrenin eğimini belirleme çabası, hayatlarını kendi arzularını evrene dayatmaya değil, evrenin asıl niteliklerini belirlemeye adamış bilim insanlarının yarım yüzyıldır sürdürdüğü bir çabadır. Evrenin neden düz olması gerektiği yönündeki kuramsal argümanların ilk kez ileri sürülmesinden epeyce sonra bile, 1980'lerde, hatta 1990'ların başında birlikte gözlemler yaptığım meslektaşlarım bunun aksini kanıtlamakta ısrar ettiler. Ne de olsa bilimde büyük etki yaratmanın (genellikle de manşetlere çıkmanın) yolu sürüyle birlikte gitmekten değil, ona ayak diremekten geçer.

Yine de son sözü veriler söyler ve son söz söylendi. Gözlenebilir evrenimiz ölçebildiğimiz kadar düz olmaya yakın. Hubble genişlemesiyle birlikte hareket eden galaksilerin Newtoncu kütleçekim enerjisi sıfır. İster beğenin ister beğenmeyin.

Şimdi, evrenimiz hiçlikten doğduysa, düz bir evrenin, bütün nesnelerin toplam Newtoncu kütleçekim enerjisinin sıfır olduğu bir evrenin, aslında nasıl tam da bulmayı beklememiz gereken evren olduğunu anlatmak istiyorum. Bu argüman biraz incelikli (konuyla ilgili popüler konferanslarımda sunabildiğimden biraz daha incelikli) bu yüzden de burada titizlikle ortaya serecek yerim olduğuna memnunum.

Öncelikle, ne tür bir "hiçlik"ten bahsettiğimi hemen açıkça belirtmek istiyorum. Bu hiçlik, hiçliğin en yalın versiyonu, yani boş uzay. Şimdilik içinde hiçbir şeyin olmadığı uzayın var olduğunu, fizik kanunlarının da var olduğunu varsayacağım. Hiçlik kelimesini hiçbir bilimsel tanım pratik olmasın diye sürekli yeniden tanımlamak isteyenlerin, yenilenmiş hiçlik versiyonlarında da amaçlarına ulaşamadığını görüyorum bir kez daha. Ne var ki korkarım, Platon ve Aquinaslı'nın devrinde, neden hiçbir şey yerine bir şey olduğuna kafa yorduklarında içinde hiçbir şey olmayan boş uzay, muhtemelen onların düşündüğü şeye muhtemelen en yakın şeydi.

Altıncı bölümde gördüğümüz üzere Alan Guth, bu tür bir hiçlikten nasıl bir şey çıkarabileceğimizi, nihai bedava yemeği, kesin olarak açıklamıştır. Boş uzayın maddenin ya da ışınımın yokluğunda bile, onunla ilişkili sıfır olmayan bir enerjisi olabilir. Genel görelilik bize uzayın katlanarak genişleyeceğini söyler, öyle ki evrenin ilk zamanlarındaki ufacık bir bölge bile bugünkü görünebilir evrenimizi içerecek kadar geniş bir büyüklüğe çabucak ulaşabilir.

Yine bu bölümde betimlediğim üzere, böyle hızlı bir genişleme sırasında, evrenimizi nihayetinde kapsayacak olan bu bölge, evren büyüdükçe boş uzaydaki enerji de artarken daha da düzleşecektir. Bu fenomen hiçbir hokus pokusa ya da mucizevi bir müdahaleye gerek olmaksızın gerçekleşir. Bu mümkündür, çünkü boş uzayda böyle bir enerjiyle ilişkili kütleçekimsel baskı aslında negatiftir. Bu "negatif baskı" evren genişledikçe, uzayın bu genişlemeye değil genişlemenin uzaya enerji verdiği anlamına gelir.

Bu tabloya göre, şişme sona erince boş uzayda depolanmış enerji gerçek bir parçacık ve ışınım enerjisine dönüşür, halihazırdaki Büyük Patlama genişlemesinin izi sürülebilir başlangıcını yaratır. İzi sürülebilir başlangıç diyorum, çünkü şişme evrenin başlamasından önceki halinin bütün hatıralarını etkili bir biçimde siler. Başlangıçtaki büyük ölçeklerdeki bütün karmaşıklıklar ve homojen olmayan durumlar (başlangıçtaki var olma öncesindeki evren ya da meta-evren büyük idiyse, hatta sonsuz derecede büyük idiyse) silinmiş ve/veya bugün ufkumuzun çok ötesine taşınmıştır,

öyle ki evrenin şişmeye dayalı olarak yeterince genişlemesinin ardından her zaman neredeyse tektip bir evren görürüz.

Neredeyse tektip diyorum, çünkü altıncı bölümde kuantum mekaniğinin nasıl her zaman kalıntı niteliğinde, düşük yoğunlukta dalgalanmalar bırakacağını, bunların şişme sırasında donacağını da anlatmıştım. Bu durum şişmenin ikinci olağanüstü sonucuna yol açar; boş uzayda kuantum mekaniğinin kurallarından ötürü gerçekleşen küçük yoğunluklu dalgalanmalar, daha sonra evrende bugün gözlediğimiz yapıların hepsini doğuracaktır. Dolayısıyla biz ve gördüğümüz her şey, zamanın başlangıcına yakın, esasen hiçlik olan şeydeki, açıkçası şişmeye dayalı genişleme sırasındaki kuantum dalgalanmalarının sonucuyuz.

Bütün toz duman yatıştığında madde ve ışınımın jenerik yapısı, esasen düz, içindeki bütün nesnelerin ortalama Newtoncu kütleçekim enerjisinin sıfır olarak göründüğü bir evrenin yapısı olacaktır. Biri şişme miktarını çok dikkatli bir biçimde ayarlamazsa, durum her zaman böyle olacaktır.

Dolayısıyla gözlenebilir evrenimiz, esasen boş olan, mikroskopik ölçeklerde küçük bir uzay bölgesi olarak başlayabilir; yine de nihayetinde bir damla bile enerjiye mal olmaksızın, bugün gördüğümüz her şeyi açıklamaya yetecek kadar madde ve ışınımla, çok miktarda madde ve ışınım içerecek muazzam ölçeklere ulaşabilir!

Altıncı bölümde tartıştığımız şişmeye dayalı dinamikler hakkında sunduğum bu özette vurgulanması gereken önemli nokta şudur: Boş uzaydan bir şey doğabilir, bunun nedeni *kesinlikle,* boş uzayın enerjisinin, kütleçekimin varlığında, doğa kanunlarını keşfetmemizden önce sağduyunun bizi kuşkulanmaya yönelttiği şey olmamasıdır.

Ama hiç kimse, hiçbir zaman, evrenin, uzay ve zamandaki kendi küçücük köşemizde, en başta akla yatkın olduğunu düşündüğümüz şeyle yönlendirildiğini söylemedi. *A priori* maddenin kendiliğinden boş uzaydan doğamayacağını, bu yüzden de bu anlamda *hiçbir şeyden bir şey* çıkamayacağını düşünmek kesinlikle mantıklı görünüyor. Ama kütleçekim dinamiklerini ve kuantum mekaniğini mümkün görürsek, sağduyuya dayalı bu kavrayışın artık geçerli olmadığını görürüz. Bilimin *güzelliği* budur ve tehdit edici olmaması gerekir. Bilim sadece bizi, evreni çözecek mantıklı şeyin ne olduğunu gözden geçirmeye zorlar; mantıklı gördüğümüz şey doğrultusunda evreni çözmeye değil.

O halde özetleyelim: Evrenimizin düz, yerel Newtoncu kütleçekim enerjisinin bugün esasen sıfır olması evrenimizin şişmeye benzer bir süreçle doğduğunu, bu süreçte evrenin gözlenebilir bütün ölçeklerde esasen kesinlikle düz olmaya gitgide yaklaştığı bir süre boyunca boş uzayın enerjisinin (hiçlik) bir şeyin enerjisine dönüştüğünü kuvvetle düşündürmektedir.

Şişme, enerjisi olan boş uzayın gördüğümüz her şeyi, bunların yanı sıra inanılmaz derecede geniş ve düz bir evrenin nasıl yaratabileceğini gösterse de, şişmenin itici gücü olan enerjiyle donanmış boş uzayın aslında hiç olduğunu ileri sürmek sahtekarlık olur. Bu tabloda uzayın var olduğunun, içinde enerji depolayabileceğinin varsayılması gerekir ve bunun sonuçlarını hesaplamak için genel görelilik gibi fizik kanunları kullanılır. Bu yüzden burada durursak, modern bilimin hiçlikten nasıl bir şey çıkacağı sorusunu gerçekten yanıtlamaktan epeyce uzak olduğu iddiasında bir haklılık payı olacaktır. Gelgelelim bu yalnızca ilk adım. Anlayışımızı genişletirken, bundan sonra, şişmenin sadece kozmik bir hiçlik buzdağının ucunu temsil ettiğini göreceğiz.

ONUNCU BÖLÜM

HİÇLİK KARARSIZDIR

Fiat justitia—ruat caelum.
(Adil olasın ki gökler yere insin).

Antik Roma atasözü

Boş uzayda enerjinin varlığı (kozmolojik evrenimizi sarsan keşif, Şişme'nin yatağını oluşturan fikir) daha önce betimlediğim türden laboratuvar deneyleri bağlamında gayet iyi tesis edilmiş olan kuantum dünyası hakkında birşeyleri güçlendirir sadece. Boş uzay karmaşıktır. Kaynayıp duran bir sanal parçacıklar kazanıdır, bu parçacıklar o kadar kısa bir süre zarfında varlık bulup ortadan kayboluverirler ki onları doğrudan göremeyebiliriz.

Sanal parçacıklar kuantum sistemlerinin temel bir özelliğinin tezahürüdür. Kuantum mekaniğinin kalbinde kimi zaman siyasetçilere ya da şirket başkanlarına hükmeden bir kural yatar: Hiç kimsenin gözü üzerinde değilse, her şey mubahtır. Sistemler anlık da olsa, aslında ölçülüyor olsalar mümkün olmayacak haller de dahil olmak üzere, mümkün olarak bütün haller arasında gidip gelmeyi sürdürürler. Bu "kuantum dalgalanmaları" kuantum dünyası hakkında temel bir şey söylemektedir: *Hiçlik* kararsızdır. Hiçlik, bir anlığına bile olsa her zaman bir şey üretir.

Ama işte pürüz de burada. Enerjinin korunumu bize kuantum sistemlerinin ancak bu kadar kısa süre boyunca kararsız davranışlar gösterebileceğini söyler. Zimmetlerine para geçiren borsa simsarları gibi, bir sistemin dalgalandığı hal boş uzaydan biraz enerji alınmasını gerektiriyorsa, sistem bu enerjiyi ölçen birinin tespit edemeyeceği kadar kısa bir süre zarfında iade etmek zorundadır.

Sonuçta, kuantum dalgalanmalarının ürettiği bu "bir şey"in gelip geçici (diyelim ki siz, ben ya da üzerinde yaşadığımız Dünya'nın tersine ölçülemez) olduğunu rahatça savunabileceğinizi varsayabilirsiniz. Ama bu gelip geçici yaratılış da ölçümlerimizle ilişkili koşullara tabidir. Örneğin, elektrik yüklü bir nesneden çıkan elektrik alanını düşünün. Kesinlikle gerçektir. Statik elektrik kuvvetini saçınızda hissedebilir ya da bir balonun bir duvara yapışmasını izleyebilirsiniz. Ne var ki kuantum elektromanyetizma kuramı statik alanın, alanı yaratan yüklü parçacıkların esasen toplam enerjisi sıfır olan sanal fotonlar salmasından kaynaklandığını ileri sürer. Bu sanal parçacıklar enerjileri sıfır olduğu için, kaybolmaksızın evrenin her tarafına yayılabilirler, birçoğunun süperpozisyonundan kaynaklanan alan da o kadar gerçektir ki hissedilebilir.

Bazen koşullar o kadar gerçek olur ki kütleli parçacıklar gerçekten de hiçbir bedeli olmaksızın boş uzayda ortaya çıkabilirler. Diyelim ki elektrik yüklü iki levhayı birbirine yaklaştırdığınızda, aralarındaki elektrik alanı yeterince güçlenirse gerçek bir parçacık-karşıt parçacık çiftinin boşlukta "belirivermesi"ne enerjik olarak elverişli hale gelir; negatif yüklü parçacık pozitif yüklü levhaya, pozitif yüklü parçacık da negatif levhaya doğru yönelir. Hal böyleyken levhaların her birinin ve dolayısıyla aralarındaki elektrik alanının net elektrik yükünün azalması yüzünden enerjide meydana gelen azalmanın, iki parçacığın durgun kütlesiyle ilişkili enerjiden daha büyük olması mümkündür. Elbette ki böyle bir koşulun gerçekten mümkün olabilmesi için alanın gücünün muazzam olması gerekir.

Farklı bir türden güçlü alanların yukarıda betimlediğime benzer bir fenomenin ortaya çıkmasını

mümkün kılabileceği bir yer vardır aslında, ama bu kez sebep kütleçekimdir. Aslında bunun fark edilmesi 1974'te Stephen Hawking'e fizikçiler arasında şöhret kazandırmıştır. Hawking en azından kuantum mekaniğine dayalı değerlendirmelere gidilmediğinde kendilerinden hiçbir şeyin kaçamadığı kara deliklerin, aslında fiziksel parçacıklar salmasının mümkün olabileceğini göstermişti.

Bu fenomeni anlamaya çalışmanın birçok farklı yolu vardır, ama bunlardan biri yukarıda bahsettiğim elektrik alanlarıyla ilgili durumla çarpıcı bir benzerlik taşır. Kara deliklerin çekirdeğinin dışında, "olay ufku" denilen bir yarı çap vardır. Bir olay ufkunun içinde, hiçbir nesne klasik anlamda kaçamaz, çünkü kaçma hızının ışık hızını aşması gerekir. Dolayısıyla bu bölgenin içinde salınan ışık bile olay ufkunun dışına çıkamayacaktır.

Şimdi bir parçacık-karşıt parçacık çiftinin olay ufkunun hemen dışında boş uzayda bu bölgedeki kuantum dalgalanmaları yüzünden ortaya çıktığını düşünelim. Parçacıklardan biri gerçekten olay ufkunun içine düşerse, bu düşme yüzünden geri kalan parçacığın durgun kütlesinin iki katını aşacak miktarda kütleçekim enerjisi kaybetmesi mümkündür. Bu, eşi olan parçacığın sonsuzluğa uçacağı ve enerji korunumu ihlal edilmeksizin gözlenebilir olacağı anlamına gelir. Işıyan parçacıkla ilişkili toplam pozitif enerji, eşi olan parçacığın kara deliğin içine düştüğünde yaşadığı enerji kaybının telafi ettiğinden daha fazladır. Dolayısıyla kara delik parçacık ışıyabilir.

Ne var ki durum çok daha ilginçtir, çünkü kara deliğin içine düşen parçacığın kaybettiği enerji durgun kütlesiyle ilişkili pozitif enerjiden daha büyüktür. Bunun sonucunda, parçacık kara deliğe düştüğünde parçacıkla birlikte kara deliğin net sisteminin enerjisi, aslında parçacık içeri düşmeden öncekinden az olur! Parçacığın içine düşmesinden sonra kara delik, kaçan ışımış parçacığın taşıdığı enerjiye denk bir miktarda *hafifler.* Nihayetinde kara delik tümüyle ışıyıp ortadan kalkabilir. Şu aşamada bilmiyoruz, çünkü kara delik buharlaşmasının son aşamalarında çok küçük ölçeklerdeki mesafelerle ilgilenen bir fiziğe başvurmak gerekmektedir, bu yüzden de tek başına genel görelilik nihai cevabı veremez. Bu ölçeklerde kütleçekimin tam bir kuantum mekaniği kuramı olarak ele alınması gerekmektedir, bugünkü genel görelilik kavrayışımız da neler olacağını kesin olarak belirlemeye yeterli değildir.

Yine de bütün bu fenomenler, doğru koşullar altında hiçliğin bir şey haline gelmekle kalmayacağını, böyle olması gerektiğini de ima etmektedir.

"Hiçlik"in kararsız hale gelebileceği ve bir şey oluşturabileceği gerçeğinin kozmolojide bildiğim ilk örneği neden bir madde evreninde yaşadığımızı anlama çabalarından geliyor.

Muhtemelen her sabah bunu merak ederek uyanmıyorsunuz, ama evrenimizin madde içerdiği gerçeği dikkat çekicidir. Bu konuda özellikle dikkat çekici olan şey, söyleyebildiğimiz kadarıyla, evrenimizin ciddi miktarda karşıt madde içermemesidir; hatırlayacağınız gibi kuantum mekaniği ve görelilik karşıt maddenin var olmasını gerektirir, öyle ki doğada bildiğimiz bütün parçacıkların kendileriyle aynı kütlede ama karşıt yüklü eşdeğer bir karşıt parçacıkları olabilir. Akla yatkın bir evrenin, doğuşu itibarıyla ikisinden eşit miktarda içereceğini düşünebilirsiniz. Ne de olsa normal parçacıkların karşıt parçacıkları onlarla aynı kütleye ve benzer diğer özelliklere sahiptir, bu yüzden de eğer parçacıklar evrenin ilk zamanlarında yaratıldılarsa karşıt parçacıkların yaratılması da aynı ölçüde kolay olurdu.

Ya da yıldızları ve galaksileri oluşturan bütün parçacıkların yerini karşıt parçacıkların aldığı bir karşıt madde evreni bile tahayyül edebiliriz. Böyle bir evren içinde yaşadığımız evrenin neredeyse aynısıymış gibi görünecektir. Böyle bir evrendeki gözlemciler (onlar da karşıt maddeden

oluşmaktadır) hiç kuşkusuz bizim karşıt madde dediğimiz şeye madde diyecektir. İsimler keyfidir.

Ne var ki eğer evrenimiz akla yatkın bir biçimde eşit miktarda madde ve karşıt maddeyle başlayıp öyle de kalsaydı biz burada olup "neden" ya da "nasıl" diye soramazdık. Çünkü evrenin ilk zamanlarında bütün madde parçacıkları bütün karşıt madde parçacıklarıyla birbirlerini ortadan kaldırır, geride saf ışınımdan başka bir şey kalmazdı. Yıldızları ya da galaksileri oluşturacak madde ya da karşıt madde kalmazdı; bir gece gökyüzüne bakıp da manzarayla birbirlerinin kollarında kendilerinden geçecek aşıklar ya da karşıt aşıklar da olmazdı. Dramlar olmazdı. Tarih boşluktan, yavaş yavaş soğuyup sonunda soğuk, karanlık ve boş bir evren ortaya çıkaran bir ışınım banyosundan oluşurdu. Hiçlik hüküm sürerdi.

Ne var ki bilim insanları 1970'lerde evrenin erken dönemlerinde madde miktarının karşıt madde miktarını azıcık aştığı küçük bir asimetrinin oluşmasıyla, evrenin erken dönemlerde sıcak ve yoğun bir Büyük Patlama'da eşit miktarda madde ve karşıt maddeyle başlamasının mümkün olduğunu, akla yatkın kuantum süreçlerinin "hiçlikten bir şey yaratabileceği"ni anlamaya başlamışlardır. Bu durumda madde ve karşıt maddenin tam olarak birbirlerini ortadan kaldırarak saf bir ışınıma yol açması yerine, evrenin erken dönemlerinde mevcut bütün karşıt madde aynı miktarda maddeyle birlikte ortadan kalkar, ama madde miktarındaki fazlalığı ortadan kaldıracak miktarda karşıt madde yoktur, bu madde artakalır ve bugün evrende gördüğümüz yıldızları ve galaksileri oluşturan bütün maddeye yol açar.

Sonuçta, küçük bir başarı olarak görülebilecek bir şey (erken devirlerde küçük bir asimetrinin kurulması) aslında yaratılış anı olarak değerlendirilebilir. Bir zamanlar madde ile karşıt madde arasındaki bir asimetri oluştuğundan, daha sonra hiçbir şey bu simetriyi bozamayacaktı. Evrenin yıldızlar ve galaksilerle dolu gelecekteki tarihi esasen yazılmıştı. Karşıt madde parçacıklar evrenin erken zamanlarında madde parçacıklarını ortadan kaldıracaktı, geri kalan fazladan madde parçacıkları bugüne kadar varlıklarını sürdürecek, bildiğimiz ve sevdiğimiz, sakini olduğumuz görünür evrenin niteliğini oluşturacaktır.

Madde ile karşıt madde miktarı arasındaki asimetri 1 milyarda 1 oranında olsa bile bugün evrende gördüğümüz her şeyi açıklayacak kadar madde geri kalırdı. Aslına bakarsanız yaklaşık 1 milyarda 1 oranında bir asimetri tam da gerekli orandır, çünkü bugün evrendeki her protona karşılık kozmik mikrodalga geriplan ışınımında kabaca 1 milyar foton bulunmaktadır. Bu tabloda, kozmik mikrodalga geriplan ışınımındaki fotonlar zamanın başlangıcına yakın erken dönemde gerçekleşmiş madde-karşıt madde imhasından arta kalanlardır.

Bu sürecin evrenin erken dönemlerinde nasıl gerçekleşmiş olduğuna dair kesin bir betimleme bugün elimizde bulunmuyor, çünkü bu asimetrinin ortaya çıkması muhtemel ölçeklerde mikrofiziksel dünyanın ayrıntılı doğasını tam anlamıyla ve ampirik olarak ortaya çıkarabilmiş değiliz. Yine de bu fizikle ilgili mevcut iyi fikirlere dayanan bir dizi akla yatkın senaryo incelenmiştir. Bu senaryolar ayrıntıları itibarıyla farklılık gösterseler de hepsi de aynı genel özelliklere sahiptir. İlk ısı banyosunda madde ya da karşıt madde temel parçacıklarla ilgili kuantum süreçleri boş bir uzayı (ya da eşdeğer şekilde başta madde-karşıt madde simetrisinin bulunduğu bir evreni) neredeyse algılanamaz bir biçimde madde ya da karşıt maddenin hakimiyetindeki bir evrene doğru değiştirilemez bir biçimde sürükleyebilir.

İki yönden birine gidebilecekse eğer, evrenimizin maddenin hakimiyetine girmiş olması sadece

koşullara bağlı bir kaza mıdır? Yüksek bir dağın zirvesinde durduğunuzu ve hafifçe ayağınızın kaydığını düşünün. Düşeceğiniz yön önceden belirlenmiş değildir, ama tesadüfidir, hangi yöne bakıyor olduğunuza ya da yolun hangi noktasında kaydığınıza bağlıdır. Belki de evrenimiz de böyledir, fizik kanunları sabit olsa da madde ile karşıt madde arasındaki asimetrinin nihai yönünü en baştaki rastgele bir koşul belirler. (Dağdan kaymakta olduğu gibi, kütleçekim kanunu sabittir, düşmenizi belirler, ama hangi yöne düşeceğiniz tesadüfi olabilir.) Yine bu durumda da varoluşuluz çevreye bağlı bir kaza olacaktır.

Ne var ki bu belirsizlikten bağımsız olan bir şey vardır, o da temeldeki fizik kanunlarının bir özelliğinin kuantum süreçlerinin evreni özelliksiz bir halden uzaklaştırmasını mümkün kılması gerçeğidir. Bu olasılıkları inceleyen ilk fizikçiler arasında yer alan fizikçi Frank Wilczek'in bana hatırlattığına göre, o da evrendeki madde-karşıt madde asimetrisi hakkında, 1980'de *Scientific American*'a yazdığı makalede benim bu bölümde kullandığım dilin aynısını kullanmış. Makalesinde parçacık fiziğine dayalı yeni anlayışımıza dayanarak bir madde-karşıt madde asimetrisinin evrenin ilk zamanlarında nasıl ortaya çıkmış olabileceğini, bunun neden akla yatkın olduğunu anlattıktan sonra, bunun "neden hiçbir şey olmayacağına bir şey olduğu" sorusunu cevaplamanın bir yolunu sunduğunu belirtmiş: *Hiçlik* kararsızdır.

Frank'in bahsettiği kararsızlık (fizik kanunlarının madde-karşıt madde simetrisinin olduğu bir evreni doğal olarak küçük sapmaların olduğu kararsız bir evren haline getirebilmesi) hayli özgüldür, ama buradaki ana fikir bu gibi istikrarsızlıkların kuantum evreninin jenerik bir özelliği olması, ayrıca birazdan betimleyeceğim üzere, burada cevaplamaya çalıştığımız soru bağlamında sadece evrenimizdeki parçacıklar ve alanları değil, evrenimizin tamamını gerektirmeleridir.

Ne var ki ilerlemeden önce aklıma yine, biraz önce sunduğum madde-karşıt madde asimetrisiyle ilgili tartışma ile evrendeki hayatın doğasına ve kökenlerine ilişkin mevcut anlayışımızı incelemek üzere kısa süre önce gerçekleştirdiğimiz Origins atölyesindeki tartışmalarda gördüğüm benzerlikler geldi. Oradaki sözlerim farklıydı, ama temel meseleler arasında dikkat çekici bir benzerlik vardı: Dünya'nın tarihinde erken dönemlerdeki hangi fiziksel süreçler ilk kendi kendini kopyalayan biyomoleküller ve metabolizmaların yaratılmasına yol açmış olabilir? Tıpkı 1970'lerde fizik alanında olduğu gibi, son on yılda da bu alanda inanılmaz bir ilerleme oldu. Örneğin uzun zamandır DNA'ya dayalı modern dünyamızın habercisi olduğu düşünülen ribonükleik asitleri akla yatkın koşullar altında ortaya çıkarmış olabilecek doğal organik yollar olduğunu öğrendik. Kısa süre öncesine kadar böyle doğrudan bir yolun mümkün olmadığı, bazı ara formların kilit bir rol oynamış olması gerektiği sanılıyor.

Oysa bugün, hayatın yok-hayattan doğal olarak doğabileceğinden kuşku duyan biyokimyacı ve moleküler biyologların sayısı pek az, ayrıntılar henüz keşfedilmemiş olsa bile. Ne var ki biz bütün bunları tartışırken, ortak bir alt metin oturumlarımıza sızmıştı: Dünya üzerinde ilk oluşan hayatın sahip olduğu kimyada olması mı gerekiyordu, yoksa aynı derecede hayatta kalabilir, birçok farklı olasılık var mıydı?

Einstein bir zamanlar, doğa hakkında gerçekten bilmek istediği tek şey olduğunu söylediği bir soru sormuştu. Kabul ediyorum ki bu soru birçoğumuzun cevaplanmasını istediği en derin ve temel sorudur. Einstein bu soruyu şu şekilde sormuştu: "Tanrı'nın evrenin yaratılışı sırasında bir seçeneği olup olmadığını öğrenmek istiyorum."

Şunu eklemem gerek ki Einstein'ın Tanrı'sı Kitab-ı Mukaddes'in Tanrı'sı değildi. Evrendeki düzenin varlığı, Einstein'da öyle derin bir hayret uyandırmıştı ki bu düzene manevi bir bağlılık duymuş ve Spinoza'dan hareketle ona "Tanrı" demişti. Her halûkârda Einstein'ın aslında bu soruyla kastettiği şey biraz önce birkaç farklı örnek bağlamında tartıştığım meseleydi: Doğa kanunları benzersiz midir? İçinde yaşadığımız, bu kanunların sonucu olan evren benzersiz midir? Bir yönünü, bir sabiti, bir kuvveti azıcık değiştirsek bütün yapı çöker mi? Biyolojik anlamda, hayatın biyolojisi benzersiz midir? Evrende benzersiz miyiz? Bu en önemli soruya kitabın daha sonraki bölümlerinde döneceğiz.

Böyle bir tartışma "hiçlik" ve "bir şey" mefhumlarını inceltip genelleştirmemizi sağlasa da bir şeyin kaçınılmaz yaratılışını savunma yönünde bir ara adım atmak istiyorum.

Buraya kadar betimlediğim üzere, gözlediğimiz bir şeyin doğduğu "hiçlik", "boş uzay"dır. Ne var ki kuantum mekaniği ile genel göreliliğin birleşmesine izin verirsek bu argümanı, uzayın kendisinin varolmaya zorlandığını savunmaya kadar götürebiliriz.

Bir kütleçekim kuramı olarak Genel Görelilik, özü itibarıyla bir uzay ve zaman kuramıdır. Bu kitabın daha ilk sayfasında tanımladığım üzere, bu, genel göreliliğin sadece uzayda hareket eden nesnelerin dinamiğini değil, uzayın kendisinin nasıl evrildiğini ele alabilecek ilk kuram olduğu anlamına gelir.

Dolayısıyla bir kuantum kütleçekim kuramının olması, kuantum mekaniği kurallarının, geleneksel kuantum mekaniğinde olduğu üzere sadece uzayda var olan nesnelerin özellikleri değil, uzayın özellikleri açısından da geçerli olması anlamına gelir.

Kuantum mekaniğini böyle bir olasılığı içerecek şekilde genişletmek çetrefil bir iştir, ama Richard Feynman'ın geliştirdiği, karşıt parçacıkların kökenleriyle ilgili modern kavrayışımızı doğuran biçimsellik bu iş için biçilmiş kaftandır. Feynman'ın yöntemleri, bu bölümün başında değinmiş olduğum kilit meseleye odaklanır: Kuantum mekaniği sistemleri, klasik anlayışta yasak olanlar da dahil olmak üzere bütün olası yolları zaman içinde evrilirlerken inceler.

Bunu inceleyebilmek için Feynman, tahminlerde bulunmasını sağlayacak bir "yolların toplamı biçimselliği" geliştirmişti. Bu yönteme göre iki nokta arasında bir parçacığın alabileceği bütün olası yolları değerlendiririz. Sonra her yola, iyi tanımlı kuantum mekaniği ilkelerine dayanarak bir olasılık biçeriz, ondan sonra da parçacıkların hareketine dair nihai (olasılığa dayalı) tahminlerimizi belirleyebilmek için bütün yollara verdiğimiz olasılık değerlerini toplarız.

Stephen Hawking, bu fikri kullanarak uzay-zamanın (Einstein'ın Özel Görelilik Kuramı'nın gerektirdiği üzere üç boyutlu uzayımızın bir zaman boyutuyla birleşerek dört boyutlu bir bileşik uzay-zaman sistemi oluşturması) olası kuantum mekaniğine varmaya çalışan ilk bilim insanlarından biriydi. Feynman'ın izlediği yöntemlerin meziyeti şuydu: Olası bütün yollara odaklanmak, sonunda sonuçların, her yolda her noktaya uygulanan belli uzay ve zaman etiketlerinden bağımsız olduğunun gösterilebileceği anlamına geliyordu. Görelilik bize, göreli hareket halindeki farklı gözlemcilerin uzaklık ve zamanı farklı ölçeceğini, bu yüzden de uzay ve zamandaki her noktaya farklı değerler vereceğini söylediğinden, farklı gözlemcilerin uzay ve zamandaki her noktaya verebileceği farklı etiketlerden bağımsız bir biçimciliğin olması özellikle yararlıdır.

Herhalde en fazla da uzay ve zamanın özgül etiketlenmelerinin tamamen keyfi bir hal aldığı, öyle ki bir kütleçekim alanının farklı noktalarındaki farklı gözlemcilein uzaklıkları ve zamanı farklı ölçtüğü

genel görelilikle ilgili değerlendirmelerde yararlıdır; sistemlerin davranışlarını nihayetinde belirleyen şeyler eğim gibi geometrik özelliklerdir, eğimin de bu gibi ölçümlerden bağımsız olduğu anlaşılmıştır.

Önceden birkaç kez değindiğim üzere genel görelilik kuantum mekaniğiyle, en azından bugün söyleyebildiğimiz kadarıyla, tam bir tutarlılık göstermez, bu yüzden de Feynman'ın yolların toplamı tekniğini genel görelilikte tanımlamanın, tam anlamıyla kesin bir yöntemi yoktur. Bu yüzden de önceden akla yatkın bazı tahminlerde bulunmamız ve sonuçların anlamlı olup olmadığını kontrol etmemiz gerekiyor.

Bu durumda uzay ve zamanın kuantum dinamiğini değerlendirecek olursak, Feynman "toplamları"nda, kuantum belirsizliği hüküm sürerken herhangi bir sürecin ara aşamalarında uzayın benimseyebileceği olası farklı geometrileri tanımlayabilecek bütün olası farklı konfigürasyonları dikkate almamız gerektiğini düşünmeliyiz. Bu demektir ki keyfi olarak kısa mesafeler ve kısa zamanda (kuantum tuhaflıkları hüküm sürsün diye onları ölçemeyeceğimiz kadar kısa mesafeler ve zamanlarda) son derece bükülmüş uzayları da değerlendirmemiz gerekir. Bu tuhaf konfigürasyonlar, büyük uzaklıklar ve zamanda uzayın özelliklerini ölçme girişiminde bulunduğumuzda, bizim gibi büyük klasik gözlemciler tarafından gözlenmeyecektir.

Ama hadi daha tuhaf olasılıkları da değerlendirelim. Unutmayalım ki kuantum elektromanyetizma kuramında, parçacıklar istediklerinde boş uzayda doğabilir, sonra Belirsizlik İlkesinin belirlediği bir zaman çerçevesinde yeniden ortadan kayboluncaya kadar var olabilirler. O halde bir benzetme yaparsak, Feynman'ın olası uzay-zaman konfigürasyonlarının kuantum toplamı çerçevesinde varlık bulup ortadan kaybolabilecek küçük, muhtemelen de sıkışık uzaylar bulunması ihtimalini de değerlendirmemiz gerekir mi? Daha genel bir ifadeyle söylersek uzay-zamana dalmış simitler gibi içlerinde "delik" olan ya da "kulplu" uzaylar ne olacak?

Bunlar ucu açık sorulardır. Ne var ki bu gibi yapıları evrilen evrenin özelliklerini belirleyen kuantum mekaniksel toplamdan çıkarmanın iyi bir gerekçesini bulamazsak, ki bugüne kadar bildiğim kadarıyla böyle iyi bir gerekçe çıkmadı, doğanın başka her yerinde geçerli olduğunu bildiğim genel ilke (fizik kanunlarına ters düşmeyen bir şeyin aslında olması gerektiği ilkesi) doğrultusunda bu olasılıkları değerlendirmek gayet akla yatkın görünüyor.

Stephen Hawking'in vurgulamış olduğu üzere, bir kuantum kütleçekim kuramı daha önce hiç ortada yokken uzayın kendisinin, bir anlığına bile olsa, uzayın yaratılmasını mümkün kılar. Hawking yaptığı bilimsel çalışmalarda "hiçbir şeyden bir şey" muammasını ele alma girişiminde bulunmasa da, kuantum kütleçekim kuramının nihayetinde ele alacağı soru budur.

"Sanal" evrenler (onları doğrudan ölçemeyeceğimiz kadar kısa bir süre zarfında varlık bulup ortadan kaybolabilecek olası, küçük, yoğun uzaylar) büyüleyici kuramsal inşalardır, ama öyle görünüyor ki nasıl olup da hiçbir şeyden bir şey doğabileceğini, aslında boş olan uzayı dolduran sanal parçacıklardan daha fazla açıklamazlar.

Ne var ki elektrik yüklü bir parçacıktan gözlenebilir derecede büyük uzaklıklarda, elektriğin birçok sıfır enerjili sanal foton salması sonucu enerjisi sıfır olmayan gerçek bir elektrik alanı oluşabileceğini hatırlayalım. Böyle olursa sıfır enerjili sanal protonlar, salındıklarında enerji korunumunu ihlal etmezler. Dolayısıyla Heisenberg Belirsizlik İlkesi, bu fotonları yeniden hiçliğe emilip ortadan kaybolmadan evvel çok kısa süreler boyunca var olmakla sınırlamaz. (Yine

unutmayalım ki Heisenberg Belirsizlik İlkesi, bir parçacığın enerjisini, dolayısıyla sanal parçacıkların salınması ve emilmesiyle bu enerjide meydana gelebilecek küçük farklılığı ölçtüğümüz belirsizlik parçacığı gözleme süremizin uzunluğuyla ters orantılıdır. Dolayısıyla sıfır enerjili sanal parçacıklar, esasen hiçbir bedel ödemeksizin var olabilirler, daha açık bir deyişle emilmeden önce uzun süreler boyunca var olup, uzun mesafeler boyunca yol alabilirler, böylece yüklü parçacıklar arasında uzun erimli etkileşimlerin var olması olasılığına yol açarlar. Foton kütlesizse, öyle ki fotonlar her zaman durgun kütleleri yüzünden hep sıfır olmayan bir enerji taşıyorlarsa Heisenberg Belirsizlik İlkesi elektrik alanının kısa erimli olması anlamına gelecektir, çünkü fotonlar yeniden emilmeden önce ancak kısa süreler boyunca yayılabileceklerdir.)

Benzer bir argüman kendiliğinden belirebilecek, ama Benzersizlik İlkesinin kısıtlamaları ve enerji korunumu yüzünden kaybolması gerekmeyen özel bir tür evren hayal edebileceğimizi ileri sürer. Daha açık bir deyişle toplam enerjisi sıfır olan yoğun bir evren hayal edebiliriz.

Şimdi, bunun tam da içinde yaşadığımız evren olduğunu ileri sürmekten başka bir şey yapmak istemiyorum. Bu kolay bir çıkış olurdu, ama burada evrenimizi hiçbir şeyden yaratıldığı yönünde kolay ve ikna edici bir argümana girmekten ziyade mevcut evren anlayışımıza sadık kalmakla ilgileniyorum.

Düz evrenimizdeki bütün nesnelerin ortalama Newtoncu kütleçekim enerjisinin sıfır olduğunu umarım ikna edici bir biçimde, savunabilmişimdir. Öyledir. Ama hikayenin tamamı bundan ibaret değil. Kütleçekim enerjisi bir nesnenin toplam enerjisi değildir. Bu enerjiye nesnenin durağan kütlesiyle ilgili, durağan haldeki enerjisini de eklememiz gerekir. Başka bir deyişle, daha önce betimlediğim üzere, diğer bütün nesnelerden sonsuz bir uzaklıkla ayrılmış, durağan haldeki bir nesnenin kütleçekim enerjisi sıfırdır, çünkü eğer durağansa hiç kinetik hareket enerjisi yoktur, diğer bütün parçacıklardan sonsuz derecede uzaksa, üzerinde, iş yapacak potansiyel enerji sağlayabilecek başka parçacıklardan kaynaklanan kütleçekim kuvveti de esasen sıfırdır. Ne var ki Einstein'ın belirttiği üzere, bu nesnenin toplam enerjisi sadece kütleçekimden kaynaklanmaz, nesnenin kütlesiyle ilişkili enerjiyi de içerir, işte bu yüzden de gayet iyi bilindiği üzere *E=mc2*.

Bu durağan enerjiyi dikkate alabilmemiz için Newtoncu Kütleçekim'den tanımı itibarıyla, özel göreliliğin etkilerini (ve *E=mc2'*yi) bir kütleçekim kuramına dahil eden Genel Görelilik'e geçmemiz gerekir. İşte bu noktada işler daha incelikli, daha karmaşık bir hal alır. Bir evrenin olası eğimine göre küçük ölçeklerde, bu ölçeklerde bütün nesneler ışık hızına göre yavaş hareket edeceğinden, enerjinin genel görelilikçi versiyonu Newton'dan aşina olduğumuz tanıma döner. Ne var ki artık bu koşullar geçerli olmadığından, bütün bahisler de neredeyse yatar.

Problem kısmen anlaşıldığı üzere, fiziğin başka yerlerinde normalde düşündüğümüz biçimiyle enerjinin eğimli bir evrende geniş ölçeklerde özellikle iyi tanımlanmış bir kavram olmamasıdır. Farklı gözlemcilerin uzay ve zamanda farklı noktalara vereceği farklı etiketleri ("atıf çerçeveleri" denir bunlara) betimleyen koordinat sistemlerini tanımlamanın farklı yolları geniş ölçeklerde, sistemin toplam enerjisinin belirlenmesinde farklı sonuçlara yol açabilir. Bu etkiyi ortadan kaldırmak için enerji kavramını genelleştirmemiz gerekir, ayrıca herhangi bir evrendeki toplam enerjiyi tanımlayacaksak uzamsal ölçekte sonsuz olabilecek evrenlerin enerjilerini nasıl toplayacağımızı da değerlendirmemiz gerekir.

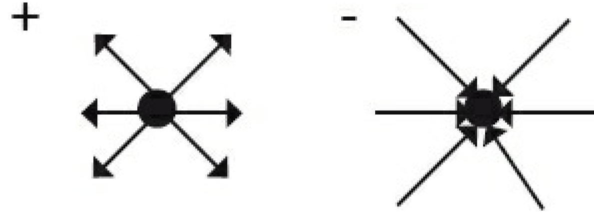
Bunu tam olarak nasıl yapacağımız konusu çok tartışılmaktadır. Bilimsel literatür bu konuda

iddialar ve karşı iddialarla doludur.

Ne var ki kesin olan bir şey vardır: Toplam enerjinin tam ve kesin olarak sıfır olduğu tek bir evren vardır. Ne var ki bu evren, prensipte uzamsal yayılımı bakımından sonsuz olan düz bir evren değildir; bu yüzden de toplam enerjinin hesaplanması sorunlu bir hal alır. İçindeki madde ve enerji yoğunluğunun uzayın kendi üzerine kapanmasına yeterli olduğu kapalı bir evrendir bu. Daha önce de anlattığım üzere, kapalı bir evrende, bir yönde yeterince uzağa bakarsanız, nihayetinde kafanızın arkasını görürsünüz!

Kapalı bir evrenin enerjisinin sıfır olmasının gerekçesi aslında hayli basittir. Bu meseleyi düşünmenin en kolay yolu, bu sonucu kapalı bir evrende toplam elektrik yükünün de sıfır olması gerektiği gerçeğiyle benzerlik kurarak ele almaktır.

Michael Faraday'ın zamanından beri elektrik yükünü bir elektrik alanının kaynağı olarak düşünüyoruz (modern kuantum dilinde yukarıda betimlediğim üzere sanal fotonların salımından dolayı). Resimsel olarak, "alan çizgileri"nin elektrik yükünden ışınlar halinde çıktığını, sayılarının yükle orantılı olduğunu, yönlerinin pozitif yükler için dışa, negatif yükler için içe doğru olduğunu hayal ederiz. Aşağıda gösterildiği gibi:



Bu alan çizgilerinin sonsuzluğa uzandığını, yayılırken birbirlerinden daha da uzaklaştıklarını düşünürüz. Bu da elektrik alanının giderek daha zayıfladığı anlamına gelir. Ne var ki kapalı bir evrende, örneğin pozitif yükle ilişkili alan çizgileri birbirlerinden ayrılmaya başlayabilirler, ama tıpkı bir Dünya haritası üzerindeki boylam çizgilerinin kuzey ve güney kutuplarında birleştiği gibi, pozitif yükün alan çizgileri de sonunda evrenin öbür ucunda birleşeceklerdir. Birleştiklerinde alan giderek güçlenecektir, ta ki evrenin karşıt kutuptaki bu noktasında alan çizgilerini "yutabilecek" bir negatif yükü yaratabilecek kadar enerji oluncaya kadar.

Öyle anlaşılıyor ki alan çizgilerinin "akışı"yla değil, kapalı bir evrende enerjinin "akışı"yla ilişkili çok benzer bir argüman, bize, toplam enerjinin kesin olarak sıfır olabilmesi için, parçacıkların durağan kütleleriyle ilişkili enerji de dahil olmak üzere toplam pozitif enerjinin kesinlikle, negatif bir kütleçekim enerjisiyle telafi edilmesi gerektiğini söyler.

Bu yüzden kapalı bir evrenin toplam enerjisi sıfırsa, kuantum kütleçekiminin yolların toplamı biçimselliği uygun düşüyorsa, bu durumda kuantum mekaniği açısından bu gibi evrenler net bir enerji taşımaksızın, hiçbir bedeli olmaksızın kendiliğinden belirebilirler. Bu evrenlerin bizimkiyle bağlantısız olarak uzay-zamanlarda tamamen içerildiğini vurgulamak istiyorum.

Ne var ki bir pürüz var. Maddeyle dolu, genişleyen kapalı bir evren genel olarak maksimum bir boyuta ulaşacak, sonra bir o kadar hızla çöküp bir uzay-zaman tekilliğine varacaktır; bu uzay-zaman tekilliğinde de mevcut kuantum kütleçekimi bize bu tekilliğin akıbetinin ne olduğunu söyleyemeyecektir. Bu yüzden küçük kapalı evrenlerin tipik ömrü mikroskobik düzeyde, herhalde kuantum kütleçekim süreçlerinin gerçekleşmesi gereken tipik ölçekte, yaklaşık 10-44 saniye

uzunluğundaki "Planck zamanı" ölçeğinde olacaktır.

Gelgelelim bu ikilemden bir çıkış yolu vardır. Böyle bir evren çökmeden önce, bu evrendeki alanların konfigürasyonu bir şişme sürecini ortaya çıkarıyorsa, başta kapalı olan küçük bir evren bile hızla katlanarak genişleyebilir; bu süreç zarfında sonsuz derecede geniş, düz bir evrene benzemeye giderek yaklaşır. Böyle katlanarak 100 ya da daha fazla kez şişme sonucu evren düz olmaya o kadar yaklaşır ki bizim evrenimizin çökmeksizin var olduğundan çok daha uzun bir süre boyunca, kolayca varlık gösterebilir.

Aslında başka bir olasılık, benim için önemli bir öğrenme deneyimi olduğundan bana her zaman hafif bir nostalji (ve imrenme) yaşatan bir olasılık daha var. Harvard'da doktora sonrası araştırmacı olduğum dönemde, kütleçekim alanlarının olası kuantum mekaniğiyle ilgileniyordum, doktoradan iyi arkadaşım Ian Affleck'in bulduğu bir sonucu öğrendim. Ben MIT'deyken Harvard'da yüksek lisans öğrencisi olan Affleck Kanadalıydı, Harvard'da doktora sonrası araştırma programına benden birkaç yıl önce katılmıştı; güçlü bir elektrik alanında parçacıklar ve karşıt parçacıkların nasıl ortaya çıkacağını hesaplamak için Feynman'ın bugün temel parçacıklar ve alanları ele alırken kullandığımız, kuantum alan kuramı denilen matematiksel kuramını kullanmıştı.

Ian'ın betimlediği "instanton" denilen çözüm biçiminin, onun biçimciliğini kütleçekime taşıyacak olursak, şişen bir evrene çok benzediğini fark ettim. Ama hiçlikten doğmuş, şişen bir evrene benziyordu! Bu sonucu kaleme almadan önce böyle matematiksel bir çözümün hangi fiziğe denk düşeceğini yorumlama konusunda kendi kafa karışıklığımı gidermek istedim. Ne var ki kısa süre sonra, ben düşünüp dururken, biraz önce bahsettiğim, o tarihten sonra dostum olan çok yaratıcı kozmolog Alex Vilenkin'in kuantum kütleçekiminin doğrudan hiçlikten nasıl şişen bir evren yaratabileceğini betimlediği bir makale yazdığını öğrendim.

Atlatılmıştım, ama bu yüzden üzülemeyecektim, çünkü (a) o noktada ne yapıyor olduğumu gerçekten de ayrıntılarıyla anlamamıştım ve (b) Alex o zamanlar benim öneremediğim bir şeyi önerme cesaretini göstermişti. O zamandan bu yana, yayınlamak için yaptığınız çalışmanın bütün sonuçlarını anlamanız gerekmediğini öğrendim. Hatta önemli birkaç makalem var ki tam olarak ne dediğimi yazdıktan sonra anlamıştım.

Her neyse... Stephen Hawking ve beraber çalıştığı Jim Hartle hiçlikten doğabilecek evrenlerin "sınır koşulları"nı belirleme amacıyla çok farklı bir şema önermişlerdi, önemli olgular şunlardı:

> 1) Kuantum kütleçekiminde, evrenler kendiliğinden hiçlikten doğabilir ve hatta her zaman doğacaklardır. Bu gibi evrenlerin boş olması gerekmez, kütleçekimle ilgili negatif enerji de dahil toplam enerji sıfır olduğu sürece içlerinde madde ve ışınım olabilir.
>
> 2) Bu gibi mekanizmalarla yaratılabilecek kapalı evrenlerin mikroskobik zamanlardan daha uzun sürebilmesi için şişmeye benzer bir şey gereklidir. Sonuçta böyle bir senaryoda insanın içinde yaşamayı bekleyebileceği tek uzun ömürlü evren, tıpkı bizim yaşadığımız evren gibi bugün düz görünen evrendir.

Ders açıktır: Öyle görünüyor ki kuantum kütleçekimi evrenlerin hiçlikten (bu durumda, "hiçlik"in uzay ve zamanın yokluğu anlamına geldiğini vurgulayalım) yaratılmasını mümkün kılmakla kalmaz,

bunu gerektirebilir de. "Hiçlik" (uzay yok, zaman yok, hiçbir şey yok!) *kararsızdır*.

Ayrıca, eğer uzun süre boyunca varlık gösterirse böyle bir evrenin genel özelliklerinin, bugün evrenimizde gözlediğimiz özellikler olması beklenecektir.

Bu, evrenimizin hiçlikten doğduğunu kanıtlar mı? Tabii ki hayır. Ama böyle bir senaryonun akla yatkınlığına doğru büyük bir adım atmamızı sağlar. Son bölümde anlatıldığı üzere hiçlikten yaratılma argümanına karşı ileri sürülebilecek itirazlardan birini daha ortadan kaldırır.

Son bölümde "hiçlik" boş, ama önceden var olan uzayla birlikte sabit ve gayet iyi bilinen fizik kuralları anlamına geliyordu. Buradaysa uzay gerekliliği, ortadan kalkmıştır.

Ama dikkat çekicidir, bir sonraki bölümde tartışacağımız üzere fizik kanunları bile gerekli olmayabilir.

ON BİRİNCİ BÖLÜM

YEPYENİ DÜNYALAR

Zamanların en iyisiydi. Zamanların en kötüsüydü.

Charles Dickens

Yaratılış mefhumundaki ana sorun, bir dışsallık, sistemin kendisinin dışında duran, sistemin varlık bulması için gerekli koşulları yaratmak için önceden var olan bir şey gerektiriyormuş gibi görünür. Tanrı mefhumu (uzay, zaman, hatta fiziksel gerçeklikten ayrı olarak var olan dışsal bir amil) genellikle burada devreye girer, çünkü kuyunun bir yerde bitmesi gerekiyormuş gibi görünür. Ama bu anlamda Tanrı, bana derin yaratılış sorununa getirilmiş biraz kolaycı bir semantik çözüm gibi görünüyor. Öyle sanıyorum ki bunu açıklamanın en iyi yolu, biraz farklı bir örnek bağlamına bakmak: Ahlakın kökenine. Bunu ilk dostum Steven Pinker'dan öğrenmiştim.

Ahlak dışsal ve mutlak mıdır, yoksa sadece biyolojimiz ve çevremiz bağlamında mı ortaya çıkar? Dolayısıyla bilim tarafından tespit edilebilir mi? Arizona Eyalet Üniversitesi'nde bu konu hakkında düzenlenen bir tartışmada Pinker aşağıdaki muammaya dikkat çekmişti.

Birçok derinden dindar bireyin yaptığı gibi, Tanrı olmasaydı mutlak doğrunun ve mutlak yanlışın olmayacağını (daha açık bir deyişle neyin doğru, neyin yanlış olduğunu bizim için Tanrı'nın belirlediğini) savunursanız, şu soruyu da sorabilirsiniz: Ya Tanrı tecavüz ve cinayetin ahlaken kabul edilebilir olduğunu buyurmuş olsaydı? Böyle bir buyruk bunları ahlaki mi kılacaktı?

Bazıları bu soruyu evet diye cevaplayabilirse de, sanırım inananların çoğu, hayır, Tanrı böyle bir şey buyurmaz diyecektir. Ama neden olmasın? Muhtemelen Tanrı'nın böyle bir buyrukta bulunmamasının bir mantığı vardı. Yine muhtemelen o mantık tecavüz ve cinayetin ahlaken kabul edilebilir olmadığını söyler. Ama Tanrı akla hitap edecekse, neden aracıyı tamamen ortadan kaldırmıyoruz?

Benzer bir akıl yürütmeyi evrenimizin yaratılışına uygulamayı isteyebiliriz. Şimdiye kadar sunduğum bütün örnekler, hiçlik olarak düşünmeye meylettiğimiz şeyden bir şeyin yaratılmasını konu alıyordu; ama bu yaratılışın kuralları, yani fizik kanunları önceden düzenlenmişti. Peki ya kurallar nereden gelir?

İki olasılık vardır. Ya Tanrı, yani kurallarla bağlı olmayan, onların dışında yaşayan ilahi bir varlık onları belirler (ya keyfi nasıl isterse ya da kötücül bir düşünceyle) ya da bu kurallar o kadar doğa üstü olmayan bir mekanizmayla doğar.

Tanrı'nın kuralları belirlemesinde sorun, en azından ne ya da kimin Tanrı'nın kurallarını belirlediğini sorabilecek olmanızdır. Geleneksel olarak bu soruya verilecek cevap Tanrı'nın, Yaratıcı'nın diğer birçok vasfının yanı sıra, Roma Katolik Kilisesi'nin diline göre, *bütün nedenlerin nedeni*, ya da Aquinas'ya göre *ilk neden* ya da Aristoteles'in dilinde İlk Hareket Ettiren olduğunu söylemektir.

İlginçtir Aristoteles bir ilk neden sorununu kavramış, bu yüzden evrenin ebedi olması gerektiğine karar vermişti. Ayrıca İlk Hareket Ettiren olarak tanımladığı Tanrı'nın da ebedi olması gerekiyordu, Aristoteles'in ebedi olması gerektiğini düşündüğü hareketi yaratarak değil, hareketin nihai amacını

belirleyerek ebedi oluyordu.

Aristoteles ilk nedeni Tanrı'yla bir tutmanın o kadar tatmin edici olmadığını, Platoncu bir ilk neden kavrayışının, tam da kendisi her nedenin bir önceli olması gerektiğini hissettiğinden kusurlu olduğunu, bu yüzden de evrenin ebedi olması gerektiğini düşünüyordu. Tanrı'nın bütün nedenlerin nedeni olduğu, evrenimiz ebedi olmasa bile ebedi olduğu görüşü benimsenirse, "neden" sorularının reductio ad absurdum dizisi gerçekten de son bulur, ama daha önce vurguladığım üzere hakkında başka hiçbir kanıt bulunmayan her şeye kadir bir varlığı devreye sokmak pahasına.

Bu açıdan, burada vurgulamamız gereken önemli bir başka nokta var. İlk nedenin açık mantıksal zorunluluğu, bir başlangıcı olan herhangi bir evren için gerçek bir meseledir. Dolayısıyla sırf mantığa dayanarak doğanın böyle deistik bir bakış açısıyla ele alınmasını geçersiz addedemeyiz. Ama bu durumda bile bu ilahi kudretin, dünyanın büyük dinlerindeki şahsi tanrıları haklı çıkarmak için kullanılmış olsa da onlarla hiçbir mantıki bağlantısı olmadığını görmek hayati önemdedir. Doğada bir düzen tesis etmek için her şeyi aşan bir zeka arayışına girmek zorunda kalan bir deist, genellikle aynı mantıkla kutsal kitaplardaki şahsileştirilmiş Tanrı'ya yönelmezdi.

Bu meseleler binlerce yıldır, parlak zihinler ve o kadar da parlak olmayan zihinler tarafından tartışılmıştır, parlak olmayanların çoğu bugün geçimlerini bu tartışmalardan kazanmaktadır. Şimdi bu meselelere dönebiliriz, çünkü fiziksel gerçekliğin doğasıyla ilgili bilgimizle daha iyi bir donanımımız var. Aristoteles de Aquinaslı da galaksimizin varlığını, Büyük Patlama'yı ya da kuantum mekaniğini bilmiyorlardı. İşte bu yüzden de onların ve sonraki ortaçağ filozoflarının uğraştığı meselelerin yeni bilgilerin ışığında yorumlanması ve anlaşılması gerekir.

Örneğin modern kozmoloji tablomuz ışığında Aristoteles'in hiç ilk neden olmadığı, daha doğrusu gerçekten de geriye (ve ileriye) sonsuzca ilerleyen nedenler olduğu yönündeki düşüncesini değerlendirelim. Bir başlangıç, bir yaratılış, bir bitiş yoktur, der Aristoteles.

Buraya kadar, "hiçlik"ten neredeyse her zaman bir şey doğabildiğini betimlerden, ya önceden var olan boş uzaydan bir şeyin yaratılmasından ya da ortada hiç uzay yokken boş uzayın yaratılmasından bahsettim. Her iki başlangıç koşulu da "varlığın yokluğu"nu düşündüğümde benim işimi görür, bu yüzden de olası hiçlik adaylarıdır. Ne var ki böyle bir yaratılıştan önce bir şey varsa ne olabileceğini, hangi kanunların yaratılışa hükmettiğini doğrudan ele almadım, daha genel bir ifadeyle bazılarının ilk neden sorusu olarak görebileceği şeyi tartışmadım. Elbette ki boş uzayın ya da boş uzayın doğabileceği temel hiçliğin önceden var olduğu ve ebedi olduğu verilebilecek basit bir cevaptır. Ne var ki adil olmak gerekirse bu cevap böyle bir yaratılışa hükmeden kuralları varsa eğer neyin koyduğu gibi olası bir soruyu gerektiriyor, ki bu da elbette cevaplanamaz bir soru.

Ne var ki kesin olan bir şey var. Yaratılış meselesini tartıştığım kimselerin çelikten bir kanaat olarak benimsedikleri metafiziksel "kural", açıkçası "hiçlikten hiçlik doğar" kuralının bilimde bir temeli yoktur. Bunun kendinden menkul, değişmez, saldırılamaz olduğunu savunmak, Darwin'in hayatın kökeninin bilimin alanı dışında olduğunu ileri sürerken hatalı bir biçimde yaptığı gibi, maddenin yaratılamayacağı ya da ortadan kaldırılamayacağı yolundaki hatalı iddiayı savunmak anlamına gelir. Bütün bunlar doğanın filozoflar ya da teologlardan daha akıllı olabileceğini anlama isteksizliğini gösterir.

Ayrıca, hiçlikten hiçlik doğduğunu savunanlar Tanrı'nın bir şekilde bunu aşabildiğini söyleyen Don Kişotvari kavrayıştan son derece memnun görünmektedirler. Ama yine, gerçek hiçliğin varoluş

potansiyelini dahi içermemesi gerekiyorsa, o zaman hiç kuşkusuz Tanrı mucizelerini yaratamaz, çünkü yok-varlıktan varlığa neden oluyorsa varoluş potansiyelinin olması gerekir. Tanrı'nın doğanın yapamadığı şeyi yaptığını savunmak doğa üstü varoluş potansiyelinin, normal doğal varoluş potansiyelinden bir şekilde farklı olduğunu savunmak anlamına gelir. Ama bu kendileri felsefi fikirlerini (yine herhangi bir ampirik temelden tamamen ayrılmış bir biçimde), bir Tanrı'nın var olması olasılığı dışında her şeyi dışlayabilecek şekilde tanımlasınlar diye doğa üstünün (yani Tanrı'nın) olması gerektiğine önceden karar verenlerin (teologların yapmayı istediği gibi) tasarladığı keyfi bir semantik ayrım gibi görünmektedir.

Her halûkârda bu muammayı çözebilecek bir Tanrı koyutlamak için, şimdiye kadar onlarca kez vurguladığım gibi, Tanrı'nın evrenin dışında olması ve ya ebedi ya ezeli olması gerektiği iddia edelir.

Gelgelelim modern evren anlayışımız, bu soruna bir başka akla yatkın ve çok daha fiziksel olduğunu savunacağım, bir dışsal yaratıcıyla aynı özellikleri paylaşan, ayrıca mantıksal olarak daha tutarlı bir çözüm getiriyor.

Burada çokevrenden bahsediyor. Bizim evrenimizin birbirinden farklı ve nedensel olarak ayrı, her birinde fiziksel gerçekliğin herhangi bir sayıda temel yönünün farklı olabileceği evrenlerden oluşan geniş, hatta muhtemelen sonsuz bir kümenin mensubu olması olasılığı varoluşumu anlama konusunda muazzam büyüklükte yeni bir olasılığın kapısını aralıyor.

Daha önce belirttiğim üzere, bu tabloların en tatsız, ama muhtemelen doğru açılımlarından biri de fiziğin, temel bir düzeyde, sadece bir çevre bilimi olmasıdır. (Bunu tatsız buluyorum, çünkü bilimin hedefinin evrenin neden olduğu gibi olması gerektiğini, bunun nasıl böyle olduğunu açıklamak olduğu fikriyle yetiştirildim. Bildiğimiz haliyle fizik kanunları varoluşumuza denk düşen kazalardan ibaretse, o halde temel hedefimizi yanlış belirlemiş oluruz. Ne var ki bu fikrin doğru olduğu anlaşılırsa, önyargımı aşacağım.)

Bu örnekte, bu tabloda temel kuvvetler ve doğanın sabitleri Dünya ile Güneş arasındaki mesafeden daha temel değildir. Dünya ile Güneş arasındaki mesafeyle ilgili derin ve temel bir şey olduğundan değil, Dünya daha farklı bir uzaklıkta olsaydı gezegenimizde bildiğimiz biçimiyle hayat ortaya çıkmayacağı için kendimizi Mars yerine Dünya üzerinde yaşarken bulduk.

Bu antropik argümanlar korkunç derecede kaygandır, hem çeşitli temel sabitler ve kuvvetlerin bütün olası evrenlere olasılık dağılımını (açıkçası hangisinin farklılaşabileceğini, hangisinin farklılaşamayacağını, alabilecekleri olası değerler ve biçimleri) hem kendi evrenimizde ne kadar "tipik" olduğumuzu tam olarak bilmeden bunlara dayanarak özgül tahminlerde bulunmak neredeyse imkansızdır. Bizler "tipik" hayat biçimleri değilsek, antropik seçilim, eğer gerçekleşiyorsa normalde düşüneceğimizden farklı etkenlere bağlı olabilir.

Yine de ya bir dizi fazladan boyutta var olan bir evrenler manzarası ya da ebedi şişme örneğinde olduğu gibi, üç boyutlu bir uzayda sonsuzca kopyalanan bir evren kümesi biçiminde bir çokevren evrenimizin yaratılışı ve bunun gerçekleşmesi için gerekli olabilecek koşulları düşünürken oyun sahasını değiştirir.

Bir kere evrenimizin oluşmasını ve evrilmesini mümkün kılan doğa kanunlarını neyin belirlediği sorusu daha az önemli bir hal alır. Doğa kanunlarının kendileri rastgeleyse evrenimiz için öngörülen bir "neden" yoktur. Yasak olmayan bir şeyin mümkün olduğu yolundaki genel ilke çerçevesinde,

böyle bir tabloda keşfettiğimiz kanunların olduğu bir evrenin doğacağı garantidir.

Doğa kanunlarının oldukları gibi olması için bir mekanizmaya ya da bir oluşuma gerek yoktur. Hemen her şey olabilirler. Bugün elimizde bir çokevren manzarasının ayrıntılı niteliklerini açıklayan temel bir kuramımız olmadığından söyleyemiyoruz. (Yine de adil olmak gerekirse, olasılıkları hesaplama konusunda bilimsel bir ilerleme sağlayabilmek için genellikle kuantum mekaniği gibi bazı özelliklerin bütün olasılıklara nüfuz ettiğini varsayarız. Bu fikri bir kenara bırakmanın bir yararı olup olmayacağına dair hiçbir fikrim yok, en azından bu bakımdan bildiğim üretken bir çalışma yok.)

Aslında temel bir kuram da olmayabilir. Her ne kadar böyle bir kuram olduğunu, bir gün bu kuramın keşfedilmesine katkım olabileceğini umduğum için fizikçi olduysam da, biraz önce üzüntüyle söylediğim gibi bu umut yersiz olabilir. Richard Feynman'ın bu kitabın giriş bölümünü başlatan sözden önce gelen, önceden kısaca özetlediğim ifadesinde teselli buluyorum; burada bu ifadeleri eksiksiz olarak sunmak istiyorum:

> *"İnsanlar bana 'Nihai fizik kanunlarını mı arıyorsun?' diye soruyorlar. Hayır aramıyorum. Ben sadece dünya hakkında daha fazla şey bulmaya çalışıyorum, her şeyi açıklayan basit bir nihai kanun olduğu anlaşılırsa, olsun tamam. Bunu keşfetmek çok hoş olurdu. Milyonlarca katmanı olan bir soğan gibi olduğu anlaşılırsa, bizler de o katmanlara bakmaktan yorulmuş, bezmişsek, o zaman öyledir... Benim bilime duyduğum ilgi sadece dünya hakkında daha fazlasını bulmaktan ileri geliyor, daha fazlasını buldukça daha iyileşiyor. Bulmayı seviyorum."*

Bu argümanı daha ileriye, bu kitabın özündeki argümanlar açısından da açılımları olan farklı bir yöne taşımak mümkündür. Tartışılmış tiplerden herhangi birindeki bir çokevrende, içinde "hiçbir şey"in olmadığı, potansiyel olarak sonsuz derecede büyük ya da son derece küçük sonsuz sayıda bölge, ayrıca "bir şey"in olduğu bölgeler olabilir. Bu durumda neden hiçbir şey olmayacağına bir şey var sorusunun cevabı neredeyse banal bir hal alır: Bir şey vardır, çünkü eğer hiçbir şey olmasaydı, kendimizi burada yaşarken bulamazdık!

Asırlar boyunca bu kadar derin görünmüş bir soruya verilen böyle eften püften bir cevapta gizli olan hayal kırıklığını anlayabiliyorum. Ama bilim bize derin ya da eften püften bir şeyin ilk bakışta varsayabileceğimiz şeyden ciddi biçimde farklı olabileceğini söyler.

Evren bizim vasat hayal gücümüzün bekleyebileceğinden çok daha tuhaf ve çok daha zengindir, çok daha harika bir tuhaflığı vardır. Modern kozmoloji bizi bir asır önce formüle edilmesi mümkün olmayan fikirleri değerlendirmeye getirmiştir. Yirminci ve yirmi birinci yüzyılın büyük keşifleri, içinde iş gördüğümüz dünyayı değiştirmekle kalmamış, burnumuzun dibinde var olan ya da var olabilecek dünyayı (ya da dünyaları), biz arama cesaretini gösterinceye kadar gizli kalan gerçekliği anlayışımızda da devrim yaratmıştır.

İşte bu yüzden felsefe ve teoloji varoluşumuz hakkında kafamızı karıştıran gerçekten temel soruları kendi başlarına ele almaktan kesinlikle acizdir. Gözlerimizi açıp doğanın dizginleri ele almasına izin vermedikçe miyopluk içinde sendelemeye yazgılıyız.

Neden hiçbir şey olmayacağına bir şey var? Nihayetinde bu soru neden bazı çiçeklerin kırmızı,

bazılarının da mavi olduğu sorusundan daha önemli ya da derin olmayabilir. Hiçlikten her zaman "bir şey" çıkabilir. Gerçekliğin temel doğasından bağımsız olarak böyle olması gerekebilir. Belki de "bir şey" çokevrende çok özel, hatta çok sıradan bile değildir. Hangisi olursa olsun asıl yararlı olan şey bu soru üzerine kafa yormak değil, içinde yaşadığımız evrenin nasıl evrildiğini, evrilmekte olduğunu ve işleyişsel olarak varoluşumuza hükmeden süreçleri ortaya çıkarabilecek heyecan verici keşif yolculuğuna katılmaktır. İşte bu yüzden bilim vardır. Bu anlayışı düşünerek tamamlayabilir, buna felsefe diyebiliriz. Ama ancak erişebildiğimiz evrenin bütün girintilerini, çıkıntılarını araştırmayı sürdürerek kozmostaki yerimizin yararlı bir biçimde değerlendirilmesini gerçekten inşa edebiliriz.

Sözlerimi bitirmeden önce bu sorunun hiç değinmediğim, ama bitirmeye değer bulacağım kadar bana çarpıcı gelen bir yönünü gündeme getirmek istiyorum. Neden hiçbir şey olmayacağına bir şeyin var olduğu sorusunda örtülü olarak "bir şey"in varlığını sürdüreceği yönündeki sillopsistik beklenti, yani sanki bir yaratılışın zirvesiymiş gibi, evrenin bir şekilde bizim var olduğumuz noktaya doğru "ilerlediği" düşüncesi vardır. Evren hakkında bildiğimiz her şeye dayanarak geleceğin, muhtemelen sonsuz geleceğin, hiçliğin bir kez daha hüküm süreceği bir gelecek olmasının mümkün olduğunu söyleyebiliriz.

Daha önce betimlediğim gibi enerjisine hiçlik enerjisinin hakim olduğu bir evrende yaşıyorsak gelecek gerçekten de kasvetlidir. Gökler soğuyup kararacak ve boşalacaktır. Ama durum aslında daha beterdir. Boş uzayın enerjisinin hakim olduğu bir evren hayatın geleceği açısından evrenlerin en berbatıdır. Böyle bir evrende herhangi bir uygarlığın nihayetinde hayatta kalmak için enerjiye muhtaç kalıp nihayetinde ortadan kaybolması garantidir. Ölçülemeyecek kadar uzun bir süre sonra bir kuantum dalgalanması, bir termal dalgalanma hayatın yine evrilip serpileceği yerel bir bölge yaratabilir. Ama bu da gelip geçici olacaktır. Geleceğe içinde engin gizemini takdir edecek hiçbir şeyin olmadığı bir evren hakim olacaktır.

Ya da bizi oluşturan madde zamanın başlangıcında, betimlediğim gibi bir kuantum süreciyle yaratıldıysa, bunun da yine ortadan kaybolacağı neredeyse garantidir. Fizik iki yönlü bir yoldur, başlangıçlar ve sonlar birbirine bağlıdır. Uzak, çok uzak gelecekte protonlar ve nötronlar çürüyecek, madde ortadan kaybolacak ve evren azami basitlik ve simetri haline yaklaşacaktır.

Matematiksel olarak güzel belki, ama maddeden yoksun. Efesli Heraklit'in biraz farklı bir bağlamda yazdığı üzere: "Homeros 'Tanrılar ve insanlar arasındaki bu çatışma sona erebilir mi hiç!' derken yanılıyordu. Evrenin yok olması için yakardığını görememişti, çünkü eğer duaları işitilirse her şey göçüp giderdi." Ya da Christopher Hitchens'ın söze döktüğü üzere "Nirvana *hiçliktir*."

Nihayetinde hiçliğe çekilmenin daha aşırı bir versiyonu kaçınılmaz olabilir. Bazı sicim kuramcıları karmaşık bir matematiğe dayanarak bizimki gibi boş uzayda pozitif enerji bulunan bir evrenin kararlı *olamayacağını* savunmuştur. Nihayetin bozunup uzayla ilgili enerjinin negatif olacağı bir hale geçmesi gerekir. O zaman evrenimiz içe doğru çöküp bizim varoluşumuzun başladığı kuantum belirsizliğine dönebilir. Bu argümanlar doğruysa evrenimiz muhtemelen başladığı gibi birdenbire ortadan kaybolacaktır.

Bu durumda "Neden hiçbir şey olmayacağına bir şey var?" sorusunun cevabı sadece şu olacaktır: "Varlığı uzun sürmeyecek."

SONSÖZ

Deneyimlenmiş olgunun hakikatin bir yüzü olarak onaylanması derin bir konudur ve Rönesans'tan bu ana medeniyetimizi hareket ettirmiş başlıca kaynaktır.

Jacob Bronowski

Bu kitaba Jacob Bronowski'den başka bir alıntıyla başlamıştım:

"Rüya ya da kabus, deneyimimizi olduğu gibi ve uyanık yaşamalıyız. Bilimin en ince ayrıntısına kadar nüfuz ettiği hem yekpare hem gerçek bir dünyada yaşıyoruz. Şu ya da bu tarafı tutmaya kalkarak onu bir oyuna çeviremeyiz."

Daha önce savunduğum gibi, birinin rüyası, diğerinin kabusudur. Amaçsız ya da kılavuzsuz bir evren bazılarına hayatı anlamsız kılmak gibi görünebilir. Ben de dahil bazılarına göreyse böyle bir evren heyecan vericidir. Varoluşumuzu daha bir inanılmaz kılar, bizi eylemlerimizden anlam çıkarmaya, burada olduğumuz, bilinçle ve bunu yapabilmemizi sağlayacak fırsatlarla donatıldığımız için Güneş'in altındaki kısacık deneyimimizi en iyi biçimde değerlendirmeye yöneltir. Ne var ki Bronowski'nin dediği gibi rüya mı yoksa kabul mu olduğu hiç önemli değildir, evrenin nasıl olmasını istiyoruz, bunun konuyla hiçbir ilgisi yoktur. Ne olduysa oldu ve kozmik bir ölçekte oldu. Bu ölçekte olacak olanlar da bizim beğenilerimizden bağımsız olarak gerçekleşecek. Olmuş olanları etkileyemeyiz, olacakları da etkilememiz muhtemel değil.

Ama yapabileceğimiz bir şey var, o da varoluş koşullarımızı anlamaya çalışmak. Bu kitapta insanlığın evrimsel tarihinde giriştiği en dikkat çekici maceralardan birini betimledim. Kozmosu bir asır önce bilinmeyen ölçeklerde araştırma ve anlama yönünde destansı bir arayıştır bu. Bu macera, koca bir ömrü bilinmeyeni araştırmaya vakfetme cesareti göstererek kanıtları götürebilecekleri yere kadar izleme arzusunu bu çabanın hiçbir yere çıkmayabileceği bilgisiyle birleştirerek, sonu gelmez denklemleri ya da sonu gelmez deneysel güçlükleri çözmek gibi genellikle yorucu işleri halletme konusunda bir yaratıcılık ve ısrar karışımı gerektirerek insan ruhunun sınırlarını ötelere itmiştir.

Sisifos Söyleni'ni her zaman çekici bulmuşumdur, bilimsel çabayı zaman zaman Sisifos'un ebedi vazifesine, bir kayayı bir dağın tepesine doğru iteleyip zirveye gelmeden onun düşüp gitmesini görmeye, sonra aynı işe yeniden başlamaya benzettiğim olur. Camus'nün hayal ettiği gibi Sisifos gülümsüyordu, bizim de gülümsememiz gerekir. Bizim maceramız, sonuç ne olursa olsun, kendi ödülünü sunuyor.

Geçen yüzyılda kaydettiğimiz büyük ilerleme, bilim insanları olarak bizleri, insanların kim olduklarını, nereden geldiklerini anlaak için ilk somut adımları attıkları zamandan bu yana var olmuş en derin soruları operasyonel olarak ele alma noktasına getirdi.

Burada betimlediğim üzere, bu süreçte bu soruların anlamları da evreni anlayışımızla birlikte evrildi. "Neden hiçbir şey olmayacağına bir şey var?" sorusunun, bu kelimelerin bir zamanlar ifade

ettiği anlama gelmediği, bir şey ile hiçbir şey arasındaki ayrımın kaybolmaya başladığı, iki farklı bağlam arasındaki geçişlerin sık olmakla kalmayıp gerekli olduğu bir kozmos bağlamında anlaşılması gerekir.

Böyle olduğu için de bilgi arayışımız içinde ilerlerken bu soru bir kenara itilmiştir. Doğaya hükmeden süreçleri, öngörülerde bulunmamızı ve mümkün olduğunda geleceğimizi etkilememizi mümkün kılacak şekilde anlamaya yöneldik. Bunu yaparken boş uzayın (eskiden hiçlik yerine kullanılabilecek bu kelimenin) kozmosun bugünkü evrimine hakim olan yeni bir dinamiği olduğunu keşfettik. Bütün işaretlerin, daha derin (uzayın yokluğunu da gerektiren) bir hiçlikten doğmuş olabilecek, doğmuş olması akla yatkın ve anlaşılmaz olmakla kalmayıp dış bir denetim ya da yönetim gerektirmeyen süreçlerle bir gün yine hiçliğe geri dönebilecek bir evreni işaret ettiğini keşfettik. Bu anlamda bilim, fizikçi Steven Weinberg'ün vurguladığı üzere Tanrı'ya inanmayı imkansız kılmaz, daha doğrusu Tanrı'ya inanmamayı mümkün kılar. Bilim olmaksızın her şey bir mucizedir. Bilimle birlikte hiçbir şeyin mucize olmaması olasılığı kalır. Bu durumda dini inanç giderek gereksiz ve ilgisiz bir hal alır.

İlahi yaratılış kavrayışına dönme tercihi hepimizin önünde duruyor elbette, süregiden tartışmanın da kısa süre içinde son bulmasını beklemiyorum. Ama vurguladığım üzere, tercihlerimizde entelektüel olarak dürüst olacaksak, vahiylere değil, bilgiye dayalı, olgulara dayalı bir tercih yapmamız gerektiğine inanıyorum.

Bu kitabın amacı, anladığımız biçimiyle evrenin bilgiye dayalı bir tablosunu sunmak, biz bilim insanları gözlemlerimiz ve kuramlarımızın saplarıyla tanelerini ayıklamaya çalışırken bugün fiziği ileriye götüren kuramsal spekülasyonları betimlemekti.

Ben kendi eğilimimi açıkça ortaya koydum. Evrenimizin Hiçlik'ten doğmuş olduğu iddiası, bugün bana açık arayla en ikna edici entelektüel alternatif olarak görünüyor. Siz de kendi sonucunuza varacaksınız.

Tartışmamı, şahsen "Neden hiçbir şey olmayacağına bir şey var?" sorusundan entelektüel olarak daha heyecan verici bulduğum bir soruya dönerek bitirmek istiyorum. Einstein'ın sorduğu, evreni yaratırken Tanrı'nın başka bir seçeneği olup olmadığı sorusuna. Bu soru madde, uzay ve zamanın temel yapısıyla ilgili neredeyse bütün araştırmaların, meslek hayatımın çok büyük bir bölümünü verdiğim araştırmanın temel saikini oluşturur.

Bu soruya verilecek cevabın keskin bir tercihe dayandığını düşünürdüm, ama bu kitabı yazma sürecinde görüşlerim değişti. Açıktır ki, evrenimizin oluşma biçimini, o zamandan beri onun evrimine hükmeden kuralları betimleyen ve hatta buyuran benzersiz bir kanunlar dizisini gerektiren tek bir kuram varsa (Newton'dan ya da Galileo'dan bu yana fiziğin hedefi) öyle görünüyor ki bu sorunun cevabı "Hayır" olacaktır, Hayır, şeylerin oldukları gibi olmaları gerekiyordu.

Ama evrenimiz benzersiz değilse, engin ve muhtemelen sonsuz bir evrenler çoğulluğunun bir parçasıyla Einstein'ın sorusunun cevabı "Evet, birçok varoluş tercihi vardır," olabilir mi?

O kadar emin değilim. Böyle bir çokevrende doğabilecek sonsuz sayıda farklı kanun bileşenleri, sonsuz bir parçacık, madde, kuvvet ve hatta farklı evren çeşitleri olabilir. Ya da sadece sonuçta içinde yaşadığımız ya da ona çok benzeyen tipte bir evreni ortaya çıkaracak çok sınırlı bir bileşim böyle bir soruyu sorabilecek varlıkların evrimini desteklemiş de olabilir. O zaman Einstein'ın

sorusuna verilecek cevap yine "Hayır" olur. Bir çokevreni kapsayabilecek bir Tanrı ya da bir Doğa Einstein'ın bu soruyu sorabileceği bir Evren'in yaratılışında, tutarlı yalnızca bir tek fiziksel gerçeklik tercihinin olması halindeki kadar kısıtlanmış olurdu.

Her iki senaryoda da görünürde her şeye gücü yeten bir Tanrı'nın evrenimizin yaratılışında hiçbir özgürlüğü olmaması ihtimalinde tuhaf bir tatmin buluyorum. Hiç kuşku yok ki bu, Tanrı'nın gereksiz olduğunu ya da en iyi ihtimalle fazlalık olduğunu düşündürüyor da ondan.

ÖNSÖZ

Richard Dawkins

Hiçbir şey zihni genişleyen evren kadar genişletmiyor. Kürelerin müziği bir ninni, Galaktika Senfonisi'nin görkemli akorlarının yanında bir hafif bir çınlama. Metafor ve boyut değiştirdiğimizde, yüzyılların tozu, "antik" tarih dediğimiz şeyin sisi, jeolojik çağların dur durak bilmeyen, aşındırıcı rüzgarlarıyla çok geçmeden uçup gidiyor. Dördüncü önemli rakamına kadar doğru olduğu kadarıyla evrenin 13,72 milyar yıl olan yaşı bile gelecek milyar yılların yanında solda sıfır kalıyor.

Ama Krauss'un uzak geleceğin kozmolojisine dair hayali, paradoksal ve korkutucu. Bilimsel ilerleme geriye gidecekmiş gibi görünüyor. Milattan sonra 2 trilyon yılında kozmologlar olursa onların evrene bakışı bizimkinin üzerine çıkıp genişlemiş olur diye düşünüyoruz doğal olarak. Ama öyle değil. Bu kitabı kapattıktan sonra elimde kalan birçok sarsıcı sonuçtan biri de bu oldu. Birkaç milyar yıl ekleyin ya da çıkarın, bizimkisi kozmolog olmak için tam da elverişli bir zaman. Bundan iki trilyon yıl sonra, evren o kadar genişlemiş olacak ki kozmoloğun kendi galaksisi (artık hangisi olursa) dışındakiler, Einsteincı bir ufkun ötesine o kadar mutlak, o kadar çiğnenemez bir biçimde geçmiş olacaklar ki görünmez olmakla kalmayıp dolaylı dahi olsa geride bir iz bırakmaları yönünde bütün olasılıklar da ortadan kalkmış olacak. Hiç olmayabilirlerdi de. Büyük patlamanın bütün izleri büyük ihtimalle sonsuza dek, geri getirilemez biçimde ortadan kaybolacak. Geleceğin kozmologları, bizim olmadığımız bir biçimde, geçmişlerinden ve o zamanki durumlarından kopmuş olacak.

100 milyar galaksinin arasında yer aldığımızı biliyoruz, Büyük Patlama'yı biliyoruz, çünkü her tarafımız onun kanıtlarıyla dolu: Uzaktaki galaksilerin kırmızıya kayan ışınımları bize Hubble genişlemesini anlatıyor, genişlemenin izini bu ışınımlardan geriye doğru sürüyoruz. Bu kanıtı görme ayrıcalığına sahibiz, çünkü ışığın galaksiden galaksiye yol alabildiği bu şafak vaktinin tadını çıkaran bebek bir evrenden bakıyoruz. Krauss ile bir meslektaşının nükteyle söyledikleri gibi "Çok özel bir zamanda yaşıyoruz, çok özel bir zamanda yaşadığımızı gözlemsel olarak doğrulayabileceğimiz yegane zamanda!" Üçüncü trilyon yılın kozmologları bizim yirminci yüzyılın başlarındaki, gelişmemiş bakışımıza dönmek zorunda kalacaklar; bizim gibi sanki bütün bildiklerimiz ya da hayal edebildiklerimizin evrenle aynı anlama geldiği tek bir galaksiye kapanıp kalmış olacaklar.

Son olarak ve kaçınılmaz olarak, düz evren daha da düzleşip kendi başlangıcını yansıtan bir hiçliğe dönüşecek. Evreni araştıran hiçbir kozmolog olmamakla kalmayacak yalnızca. Görebilecek olsalar bile görecekleri hiçbir şey olmayacak. Hiçbir şey. Atomlar bile. Hiç.

Bunun kasvetli, neşesiz bir tablo olduğunu düşünüyorsanız çok kötü. Gerçekliğin bize rahatlık vermesi gerekmiyor. Margaret Fuller, tatmin dolu olduğunu hayal ettiğim bir iç çekişle "Evreni kabul ediyorum," dediğinde, Thomas Carlyle'ın cevabında ezici bir alay vardı: "Heyhat, etse iyi olur!" Şahsen ben, sonsuz derecede düz bir hiçliğin ebedi sonunun, en hafif ifadeyle, cesaretle karşılamaya değer bir heybeti olduğunu düşünüyorum.

Ama bir şey düzleşip hiçlik oluyorsa, hiçlik harekete geçip bir şey doğuramaz mı? Ya da teolojik bir çetin cevizi alıntılayarak söylersek, neden hiçbir şey olmayacağına bir şey var? İşte burada Lawrence Krauss'un kitabını kapatırken geride kalan belki de en dikkat çekici derse geliyoruz. Fizik bize hiçlikten nasıl olup da bir şeyin çıktığını söylemekle kalmıyor. Krauss'un anlatısına göre daha da

ileriye gidiyor ve bize hiçliğin kararsız olduğunu gösteriyor: Neredeyse her zaman bir şeyler hiçlikten doğmaya yazgılı. Krauss'u doğru anladıysam bu her zaman oluyor: Bu ilke, iki yanlışın bir doğru yapmasının, fizikçi versiyonu gibi geliyor kulağa. Parçacıklar ve karşıt parçacıklar atom altı ateş böcekleri gibi varlık bulup ortadan kayboluyor, birbirlerini ortadan kaldırıyor, sonra sürecin tersine dönmesiyle hiçlikten yeniden kendilerini yaratıyorlar.

Hiçlikten kendiliğinden bir şeyin doğması, uzay ve zamanın başlangıcında, büyük patlama olarak bilinen olay sırasında görkemli bir biçimde gerçekleşti; ardından evrenin ve içindeki her şeyin bir saniyenin bir kesitinde yirmi sekiz büyüklük düzeni (1'den sonra 28 tane sıfır geliyor, o kadar kat, düşünün) büyüdüğü şişme evresi geldi.

Ne kadar tuhaf, saçma bir düşünce! Gerçekten de, şu bilim insanları! Ortaçağ'ın topluiğne başındaki melekleri sayan ya da dönüştürülmenin "gizemi"ni tartışan alimleri kadar beterler.

Hayır, hayır öyle değil, öyle intikamla, hatırı sayılır derecede değil. Bilimin henüz bilmediği (kollarını sıvamış üzerinde çalıştığı) çok şey var. Ama bildiklerimizin bazılarını yaklaşık olarak bilmiyoruz (evrenin yaşı sadece birkaç bin değil, milyarlarca yıldır): Bunu kendimizden emin, insanı sersemleten bir doğrulukla biliyoruz. Evrenin yaşının dört ondalık basamağa kadar hesaplandığını daha önce belirtmiştim. Bu yeterince etkileyici, ama hiçbir şey, Lawrence Krauss ile meslektaşlarının bazı tahminlerinin bizi hayrete düşürebilecek doğruluğuyla aşık atamaz. Krauss'un kahramanı Richard Feynman kuantum kuramının (yine en gerici ilahiyatçıların bile hayal edemeyeceği kadar tuhafmış gibi görünen varsayımlara dayanan) bazı tahminlerinin, New York ile Los Angeles arasındaki mesafenin bir kıl payı hatayla tahmin edilmesine eşdeğer bir geçerlikle doğrulanmış olduğunu işaret etmişti.

İlahiyatçılar topluiğnelerin başı üzerine oturan melekler ya da bugünkü eşdeğeri her neyse onun hakkında fikir yürütebilirler. Öyle görünüyor ki fizikçilerin de kendi melekleri ve kendi topluiğneleri var: kuanta ve kuarklar, "çekici", "tuhaflık" ve "spin". Ama fizikçiler meleklerini sayabiliyor ve toplam on milyar meleğe ulaşabiliyorlar: ne bir melek eksik, ne bir melek fazla. Bilim tuhaf ve anlaşılmaz olabilir, herhangi bir ilahiyattan daha tuhaf, daha az anlaşılır; ama bilim işe yarar. Sonuçlar alır. Sizi Satürn'e götürebilir, yolda Venüs ve Jüpiter civarında sizi fırlatabilir. Kuantum kuramını anlamayabiliriz (ben anlamıyorum şahsen) ama gerçek dünyayı on ondalık basamağa kadar tahmin edebilen bir kuram doğrudan hiçbir anlamda yanlış olamaz. İlahiyat ondalık basamaklardan yoksun olmakla kalmıyor: Gerçek dünyayla en ufak bir bağıntıdan da yoksun. Thomas Jefferson'ın Virginia Üniversitesi'ni kurarken dediği gibi "İlahiyat profesörlüğünün kurumumuzda yeri olmayacak."

Dini inanç sahiplerine neden inandıklarını sorarsanız Tanrı'dan "Bütün Varlığın Temeli" ya da "kişiler arası yoldaşlık metaforu" ya da bu tür bir kaçamakla bahsedecek birkaç "sofistike" ilahiyatçıyla karşılaşabilirsiniz. Ama inananların çoğunluğu, daha dürüstçe ve saldırıya açık bir biçimde, tasarıma dayalı argümanın ya da ilk neden argümanının bir biçimine atlar. David Hume kalibresinde filozofların bu gibi argümanlardaki ölümcül zayıflığa işaret etmek üzere koltuklarından kalkmalarına gerek yok: Bu argümanlar yaratıcının kökeni sorusunun cevabını gerektiriyor. Ama Charles Darwin'in HMS Beagle'la gerçek dünyada çıktığı yolculukta, tasarım fikrinin parlak (ve başka hiçbir soru istemeyen) bir alternatifini keşfetmesi gerekti. Yani biyoloji alanında. Darwin onları sürüp çıkarıncaya kadar (kasten değil, çünkü çok kibar, çok nazik bir insandı) doğa ilahiyatçılarının en gözde av sahası hep biyoloji olmuştu. Fiziğin seyrelmiş otlaklarına, evrenin kökenine kaçtılar. Ama orada da Lawrence Krauss ve ardıllarını onları beklerken buldular.

Fizik kanunları ve sabitleri bizim varlık bulmamız için tasarlanmış, ince ayarlanmış, ısmarlama bir iş gibi mi görünüyor? Her şeyin başlamasına bir amilin yol açmış olması gerektiğini mi düşünüyorsunuz? Bu gibi argümanlarda sorunun ne olduğunu göremiyorsanız Victor Stenger'i[**] okuyun. Steven Weinberg, Peter Atkins, Martin Rees ve Stephen Hawking'i okuyun. İşte şimdi, bana nakavt darbesiymiş gibi gelen vuruşu almak için Lawrence Krauss'u okuyabilirsiniz. İlahiyatçının elindeki son koz, "Neden hiçbir şey olmayacağına bir şey var?" sorusu bile siz bu sayfaları okurken gözlerinizin önünde dağılıp gidiyor. Türlerin Kökeni, doğaüstücülüğe indirilmiş ölümcül darbeyse, Hiç Yoktan Bir Evren'i onun kozmoloji alanındaki dengi olarak görebiliriz. Başlık tam da demek istediği şeyi anlatıyor. Söylediği şey yıkıcı.

* "Jerk", aynı zamanda silkinme anlamına gelir ve bu bağlamda bu anlamda kullanılmaktadır. Fakat yazarın kelime oyununu verebilmek için "pislik" karşılığı tercih edilmiştir. – çn

** *Başarısız Hipotez Tanrı, Bilim Tanrının Varolmadığını Nasıl Gösteriyor*, Aylak Kitap, 2011.